

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA MECÁNICA**

**DOBLADORA DE LÁMINA
MH22 DE 1,15m hasta calibre 22
PARA LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES**

**Manuel León
Omar Quintana
Mauricio Suarez**

PROYECTO DE GRADO

Bogotá D.C., 6 de diciembre de 2018



ASESOR

Jorge Armando Villalba

AGRADECIMIENTOS

Dedicamos especialmente este trabajo de grado a DIOS quien ha iluminado nuestro camino hasta este punto de nuestras vidas; a nuestras familias, hijos, esposas y todo aquel quien dio un aporte valioso en nuestro paso por la universidad.

Agradecemos también al Ingeniero Germán Saavedra quien creyó desde el primer día en nuestro proyecto, al profesor y director de nuestro proyecto Jorge Armando Villalba, al decano de la facultad de ingeniería mecánica, a todo el grupo de docentes y directivos de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

DEDICATORIA

A nuestros hijos que nacieron mientras nos formábamos
como ingenieros...

Tabla de contenido

1. OBJETIVOS.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. NOCIÓN DEL BIEN O SERVICIO	11
3.1 BASES TEÓRICAS	12
3.1.1 Diseño.....	12
3.1.2 Procedimiento de diseño	12
3.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCIÓN DEL MATERIAL	13
3.2.1 Factores físicos.....	13
3.2.2 Factores mecánicos.....	13
3.2.3 Factores de duración de los componentes	14
3.2.4 Costo y disponibilidad	14
3.3 FALLAS DE MATERIALES Y DE COMPONENTES	14
3.4 FUERZA AXIAL, FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR	14
3.4.1 Tipos de cargas	15
3.4.2 Tensión estática.....	16
3.4.3 Carga sucesiva o inversa.....	16
3.4.4 Tensión variable	16
3.5 CORROSIÓN Y CONTROL DE LA CORROSIÓN	18
3.5.1 Formas de corrosión y ambientes.....	18
3.5.2 Control de corrosión.....	18
4. IDENTIFICACIÓN DE IDEA DE NEGOCIO.....	19
4.1 DOBLADORA MANUAL	19
5. PROBLEMÁTICA.....	20
6. POSIBLES SOLUCIONES.....	20
7. PROBLEMÁTICA PRINCIPAL.....	21
8. TIPO DE PROYECTO	22
9. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	22
9.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO	22
9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24

9.2.1 Población microempresas.....	24
9.2.2 Población Universidades e Institutos	26
10. DOFA	30
11. TIPO DE MERCADO	31
12. ESTUDIO DE PRECIOS	32
13. TAMAÑO DEL PROYECTO.....	33
13.1 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	33
13.2 DEFINICIÓN DE PROCESOS	35
13.2.1 Corte de piezas.....	35
13.2.2 Taladrado.....	35
13.2.3 Armado y Pulido	35
13.2.4 Pintura y Embalaje.....	36
13.3 CANTIDAD DE RECURSOS.....	36
13.3.1 Equipos.....	36
13.3.2 Herramienta de mano	36
13.3.3 Personal.....	37
13.3.4 Equipos de seguridad	37
13.3.5 Elemento de Aseo.....	37
13.4 LOCALIZACIÓN	37
13.4.1 Método de selección (ponderación)	37
13.4.2 Factores.....	38
13.4.3 Ubicación geográfica 1	38
13.4.4 Ubicación geográfica 2	39
13.4.5 Ubicación geográfica 3	40
14. INGENIERÍA	42
14.1 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	42
14.2 SUMINISTROS E INSUMOS	44
14.2.1 Proveedores de los suministros e insumos.....	45
14.3 TECNOLOGÍA.....	46
14.4 PROCESO PRODUCTIVO.....	47

14.4.1 Estado inicial.....	47
14.4.2 Estado de transformación	47
14.4.3 Estado final	48
14.5 DISEÑO MECÁNICO DEL SISTEMA.....	49
14.5.1 Fuerza de doblado	50
14.5.2 Descripción de los elementos a analizar.....	56
14.5.3 Análisis del tornillo principal	58
14.5.4 Cálculos del ensamble delantal	61
14.5.5 Análisis estructural para los soportes base.....	64
14.5.6 Análisis palancas de agarre	69
14.6 PRECIO DE CONSTRUCCIÓN	71
14.6.1 Precio de construcción.....	72
14.6.2 Precio de venta	72
15. CONCLUSIONES	73
16. REFERENCIAS.....	74
17. ANEXOS	75

INTRODUCCIÓN

El diseño de ingeniería para un producto, componente o estructura es un proceso difícil y complejo, que tiene como finalidad dar solución a problemas y así, satisfacer los requisitos y exigencias comerciales. En el presente trabajo se detecta, analiza y se da solución a la limitación que tiene la Fundación Universitaria Los Libertadores en cuanto a plegados de lámina en procesos de manufactura. Ya que se identificó una problemática se analizó como una posibilidad de negocio realizando todos los estudios que así lo justificaran por ende se realizó toda la investigación correspondiente empezando por la población a la cual podemos ofrecer nuestro producto y su posterior estudio de mercado. Después de esto como es debido se ejecutó el estudio técnico donde identificaron los recursos y su cantidad necesaria para llevar a cabo el proyecto. Una parte importante del estudio técnico fue la elección en la localización para materializar el componente, esto se logró reconociendo todas las variables que influyen al buen emprendimiento de una microempresa. Seguidamente se han aplicado conceptos de diseño, selección y falla de materiales, ciencia e ingeniería, mecánica de materiales, fuerzas internas y momentos en las vigas; que se han utilizado para realizar un diseño y análisis para determinar los esfuerzos principales que soporta una máquina dobladora de lámina en tornillos de ajuste, ensamble delantal, soportes y soldaduras en el momento de ser accionada. El conjunto de los factores mencionados anteriormente, la gran cantidad de material con posibilidad de ser reutilizado, un diseño práctico y óptimo permiten la construcción de una máquina dobladora de lámina para los laboratorios de manufactura de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

1. OBJETIVOS

General

Proporcionar a la Fundación Universitaria Los Libertadores una dobladora de lámina de tipo manual con elementos reciclados o de bajo costo para que sean suplidas las necesidades que se presentan en los distintos escenarios pedagógicos y en donde se requiera el uso de esta.

Específicos

- Realizar las investigaciones necesarias que involucren el estudio y diseño de una dobladora de lámina y de acuerdo a esto tener el conocimiento adecuado para desarrollar la maquina según necesidades.
- De acuerdo al producto desarrollar todo los estudios que correspondan para una proyección a futuro de posible negocio como los son estudio de mercado, población, DOFA, tamaño del proyecto y alcances.
- Seleccionar los materiales correctos para el diseño de dobladora teniendo en cuenta los esfuerzos que se puedan producir en su trabajo de doblado y hallando factores de seguridad confiables para su uso.

2. JUSTIFICACIÓN

Los alcances del ingeniero mecánico tienen un sin número de actividades y de aplicaciones en la mayoría de los sectores industriales, para llegar a ese conocimiento se hace necesario que el estudiante realice prácticas en distintas áreas de conocimiento y para realizar esto es importante contar con las herramientas adecuadas que faciliten al futuro ingeniero las actividades determinadas que desee ejecutar. Es por esto que se decidió diseñar una dobladora manual supliendo la necesidad que se encuentra actualmente en los talleres principales de la institución teniendo en cuenta los trabajos, proyectos y laboratorios que allí se desarrollan y el flujo de los mismos. De forma paralela se emplean los análisis necesarios para extender el productor de forma comercial como una propuesta de negocio a futuro.

3. NOCIÓN DEL BIEN O SERVICIO

Una dobladora manual de lámina es una máquina que utiliza el prensado sobre una matriz para realizar dobleces sin que el material sea separado. Esto se hace para que el material cuente con la forma requerida en un proceso industrial. Las dobladoras de láminas son muy utilizadas por ornamentadores, herreros, fabricantes de ductos y canales, fabricantes de cajas para dispositivos eléctricos, fabricantes de anuncios publicitarios, fabricantes de lavadoras y neveras, fabricantes de aire acondicionado, etc.

Las dobladoras de lámina cuentan con grandes ventajas ya que pueden realizar dobleces de una manera detallada dando forma a piezas de tipo arquitectónico.

Doblado: El doblado es definido como la deformación de láminas de metal que se usan para la fabricación de piezas de diferentes formas y se realiza colocando una lámina de metal sobre la cavidad de la máquina dobladora y bajo la acción de algunas fuerzas.

Prensa Dobladora: Existen diferentes tipos de prensas dobladoras las cuales se clasifican por medio de parámetros como la amplitud, el ángulo, la longitud, la altura, la fuerza distancia entre los mástiles entre otros. Se pueden mencionar prensas mecánicas, neumáticas, hidráulicas. Las cuales cumplen la misma función, siendo diferenciadas por las diferentes fuerzas que ejercen sobre el metal.

Prensas Neumáticas: ejercen fuerza en el cilindro con presión de aire. Este tipo es frecuentemente utilizado para trabajos que requieren un menor tonelaje o fuerza.

Prensas Mecánicas: Fueron utilizadas a nivel mundial hasta la década de los 50, con el desarrollo de nuevas tecnologías se fueron modificando este tipo de prensas y fueron reemplazadas por prensas hidráulicas con sistemas controlados por ordenador.

Prensas Hidráulicas: Trabajan con dos cilindros sincronizados entre sí en los extremos de la máquina para mover la estructura principal, este tipo de prensas realiza trabajos de alta calidad y consume menos energía. Fueron diseñadas para una manufactura más rápida ya que su tiempo de operación es mínimo y mantiene bajos costos de producción.

Componentes de las Dobladoras: Las dobladoras se componen de elementos básicos como lo son el pisón, los laterales y la mordaza. Varían dependiendo el tipo de dobladora las cuales pueden estar equipadas con diferentes tipos de punzones o matrices diseñadas para realizar trabajos específicos.

La dobladora se compone de un armazón que al ser sometido a una fuerza se mueve en ángulos rectos linealmente en relación con el soporte.

Cómo usar una Dobladora: Dependiendo de cada fabricante existe un procedimiento y se recomienda tener una capacitación previa. Es necesario saber manejarlas correctamente para evitar accidentes ya que al ser herramientas diseñadas para ser manejadas por medio de alto tonelaje pueden ser muy peligrosas.

Es necesario dar un chequeo a la dobladora para asegurarse de que funciona perfectamente, verificar cada componente de su estructura y utilizar elementos de protección; finalmente se puede operar la máquina de acuerdo con las especificaciones de uso y realizar los trabajos para los cuales la máquina fue diseñada. En conclusión, las dobladoras son maquinarias utilizadas en la industria metalúrgica para moldear diferentes piezas de cualquier tipo de metal.

3.1 BASES TEÓRICAS

3.1.1 Diseño

Es una actividad creadora, siempre se inicia con una necesidad o con un problema, enunciando de alguna forma, que es necesario resolver. puesto que nos interesa el uso de los materiales, la necesidad es por lo general, un producto tangible que pueda ser totalmente nuevo o bien un diseño modificado den un componente antiguo, debido a limitaciones de tamaño o comportamiento.

3.1.2 Procedimiento de diseño

Fases

- Aclaración de la necesidad
- Diseño conceptual
- Diseño de formulación
- Diseño en detalle
- Manufactura/montajes

Actividades

- Establecer y proponer acciones
- Recopilación de datos
- Análisis
- Síntesis

- Evaluación/perfeccionamiento
- Decisión/comunicación

Selección de materiales

- Perfil de propiedades
- Perfil de procesos
- Perfil ambiental

Fuente de conocimiento

- Educación
- Experiencia
- Cliente
- Organizaciones
- Publicaciones
- Proveedores

Requisitos y restricciones

- Técnicos
- Comerciales
- Gubernamentales

3.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCIÓN DEL MATERIAL

3.2.1 Factores físicos

Los factores que intervienen en este grupo son el tamaño, la forma y el peso de material. Así como el espacio disponible para el componente.

3.2.2 Factores mecánicos

Los factores que intervienen en este grupo tienen que ver con la capacidad del material para soportar los tipos de esfuerzos que se le imponen. Estas son las propiedades mecánicas del material que se utiliza como criterios de falla en el diseño: *la resistencia, el módulo, la tenacidad a la fractura, la resistencia a la fatiga, la termofluencia, etc.*

3.2.3 Factores de duración de los componentes

Estos factores tienen que ver con el tiempo durante el cual los materiales desempeñan las funciones a las que han sido destinados. Las principales propiedades son: *resistencia a la corrosión, a la oxidación y al desgaste*.

3.2.4 Costo y disponibilidad

En una economía impulsada por el mercado, estos dos factores no se pueden separar. El cliente puede pagar un mayor costo si el producto que necesita está fuera de serie o si se fabrican piezas unitarias.

3.3 FALLAS DE MATERIALES Y DE COMPONENTES

La falla de un componente se debe, en realidad, a la falla del material del cual el componente está hecho; las razones fundamentales son las siguientes:

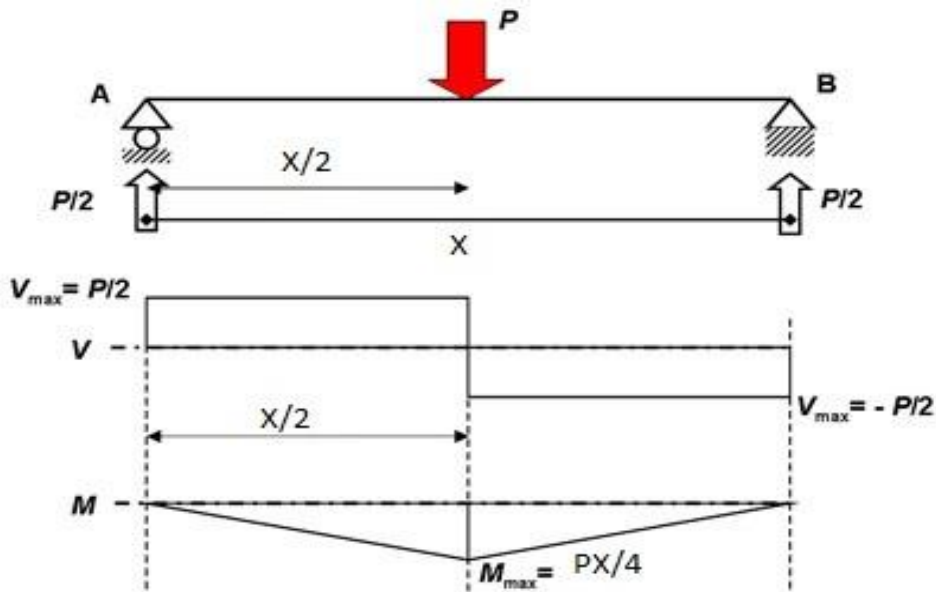
- Deficiencia de diseño
- Deficiencia en la selección del material
- Imperfecciones del material
- Deficiencias de fabricación y tratamiento
- Errores de montaje
- Condiciones de servicio inadecuadas

3.4 FUERZA AXIAL, FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR

Fuerza axial: Esta componente corresponde a la acción de tirar; fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme.

Fuerza cortante: Son componentes de la resistencia total al deslizamiento de la porción del sólido a un lado de la sección de exploración respecto a la otra porción. Es aquella que en cualquiera de las secciones de una viga tiene la misma magnitud, pero en dirección opuesta a las resultantes.

Momento flector: Estas componentes miden la resistencia del cuerpo a moverse o a flexionarse respecto a los ejes Y o Z. Es la suma algebraica de los momentos producidos por todas las fuerzas externas a un mismo lado de la sección respecto a un punto de la misma.



3.4.1 Tipos de cargas

El primer valor que debe considerarse al especificar un tipo de carga que se ve sometida a una pieza de maquinaria es el grado en el que varía la carga y la variación resultante, con el transcurrir del tiempo, las variaciones de tensiones se caracterizan cuatro valores clave:

- Tensión máxima, $\sigma_{máx.}$
- Tensión mínima, σ_{min}
- Medida de la tensión promedio, σ_m
- Tensión alternativa, σ_a (amplitud de la tensión)

Las cargas que se generan en toda la máquina son las siguientes:

- Compresión axial
- Tracción axial
- Flexión
- Torsión

Por lo general, las tensiones máximas y mínimas se calculan a partir de la información que se conoce mediante métodos de análisis de tensiones o de elementos finitos, o bien se mide utilizando técnicas de análisis experimentales de tensión. Por tanto, las tensiones media y promedio se calculan a partir de:

$$\sigma_m = \frac{(\sigma_{\max} + \sigma_{\min})}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})}{2}$$

El comportamiento del material bajo condiciones variables depende de la modalidad de la variación, un método que se emplea para caracterizar la variación se denomina razón de tensión. Por lo regular se utilizan dos tipos de razones de tensión, las cuales se definen como:

$$\text{razón de tensión} = \frac{\text{tensión mínima}}{\text{tensión máxima}}$$

3.4.2 Tensión estática

Cuando una pieza es sometida a una carga que se aplica con lentitud, sin choque y mantiene un valor constante, la tensión resultante de la pieza recibe el nombre de carga estática. Un ejemplo es la carga a la que se somete una estructura como consecuencia del peso muerto de los materiales que la componen.

3.4.3 Carga sucesiva o inversa

La inversión de una fuerza tiene lugar cuando un elemento específico de una pieza que soporta una carga se ve sometida a cierto nivel de tensión por tracción, seguido del mismo nivel de tensión.

3.4.4 Tensión variable

Cuando una carga que se somete a una combinación de tensión a un nivel constante con una tensión alternativa que se sobrepone, la carga genera tensión variable.

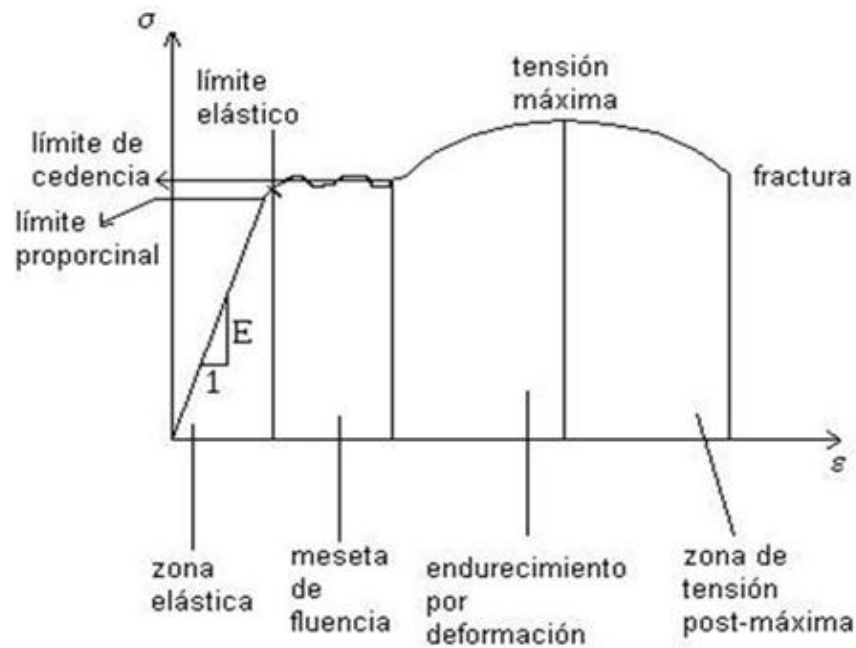


Fig. 1. Diagrama esfuerzo v/s deformación en aceros. [1]

Teoría de Soderberg para tensiones variables

Para vida infinita la falla ocurre cuando:

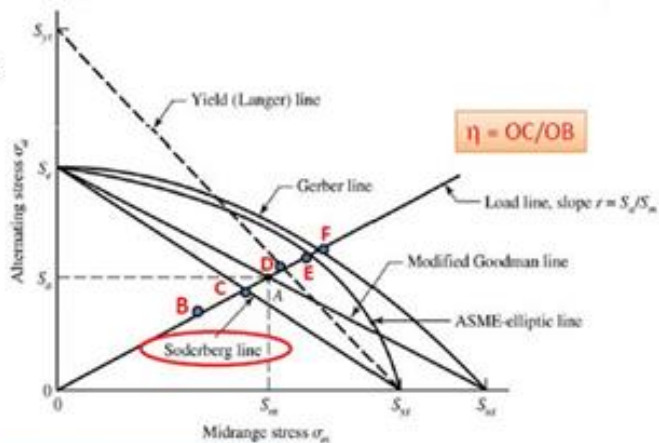
$$\frac{S_a}{S_e} + \frac{S_m}{S_y} = 1$$

Pendiente de la línea de carga

$$r = \frac{S_a}{S_m}$$

Factor de seguridad:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{\eta}$$



Para vida finita cambiar S_e por S_f en el eje de S_a

3.5 CORROSIÓN Y CONTROL DE LA CORROSIÓN

Tradicionalmente se ha descrito la corrosión como la degradación de los metales por reacción química o electroquímica con el ambiente, el cual puede incluir la atmósfera, fluidos, la temperatura, la presión y los esfuerzos.

3.5.1 Formas de corrosión y ambientes

La corrosión se manifiesta en formas que tienen ciertas similitudes y que, por tanto, se pueden clasificar en ciertos grupos específicos. La corrosión en general es el ataque corrosivo que provoca el adelgazamiento uniforme del material siendo las formas más típicas las salpicaduras por agua de mar, lluvia o rocío, y diferentes soluciones acuosas. La principal causante de la corrosión es la humedad. Los principales ambientes de exposición son: rural, industrial, el marino, el ártico y el tropical.

3.5.2 Control de corrosión

Cuando se tiene la necesidad de detener la corrosión de un metal, basta con eliminar uno de los elementos indispensables de las reacciones electroquímicas donde se puedan evitar situaciones en las que se forman ánodos y cátodos que dan origen a una celda galvánica. Se puede realizar una protección catódica o anódica, protecciones especiales e incluir detalles de diseño para reducir la corrosión al mínimo.

4. IDENTIFICACIÓN DE IDEA DE NEGOCIO

Para el desarrollo del proyecto en general se tuvieron en cuenta varias ideas iniciales las cuales fue necesario analizar dentro de todas sus variables para así tomar la decisión más adecuada. Inicialmente se estudió el diseño y elaboración de un ladrillo termoconformado con plástico reciclable, pero se llegó a la conclusión de que los elevados costos de elaboración y su procedencia reciclable tendrían altos riesgos en el desarrollo comercial. Seguidamente se planteó la idea de realizar casas prefabricadas la cual es muy buena en una población donde este diseño sea acogido como una solución rápida de vivienda a bajos costos, pero la necesidad de desplazamiento continuo y sus gastos llevó a descartar esta idea. Finalmente se consideró elaborar una dobladora de tipo manual de acuerdo con la necesidad que se nos dio directamente en la universidad en la elaboración de moldes para el desarrollo de diferentes laboratorios, y es aquí donde involucramos nuestros conocimientos de diseño y el análisis financiero ofrece un panorama positivo.

4.1 DOBLADORA MANUAL

Para el desarrollo de los espacios académicos y prácticos de un estudiante de ingeniería mecánica es indispensable contar con las herramientas necesarias, por ejemplo, en la materia de ingeniería de plásticos realizamos diferentes moldes para la elaboración de neveras de poliuretano donde la universidad provee las láminas las cuales hay que doblar de acuerdo a diferentes especificaciones, y fue allí donde se evidencio la necesidad de una dobladora ya que con las pocas herramientas que existen en la universidad es muy difícil realizar los dobleces especificados y con una buena terminación, porque se deben transportar las láminas para solucionarlo. Entonces ¿cómo proporcionar una máquina dobladora de lámina a la Fundación Universitaria los Libertadores con un diseño de acuerdo a las necesidades de los estudiantes? De acuerdo a la necesidad en la problemática y al flujo de trabajo en una institución de este tipo se determina diseñar una dobladora de las siguientes especificaciones:

- Dobladora para láminas de 1mm de espesor (o calibre 22) colled rolled, galvanizadas y aceradas.
- Dobladora para láminas de aluminio de 2mm de espesor lisas y tipo alfajor.
- Realizar la construcción con un 70% de materiales reciclados.
- Realizar los análisis, cálculos y planos respectivos para su construcción.

- Construir una máquina dobladora de lámina de 1 metro de longitud.

Especificaciones del cliente

La fundación Universitaria Los Libertadores en calidad de clientes nos exige la fabricación de la máquina respetando los diseños ya existentes al igual que la seguridad que debe brindar la máquina a la hora de su funcionamiento. también es importante el impacto ambiental que esta puede generar, su vida útil y la inclusión de materiales reciclables dentro del proyecto.

Se nos ha propuesto generar este proyecto con un presupuesto máximo de \$1.400.000 donde se incluirán los materiales y la mano de obra.

5. PROBLEMÁTICA

El trabajo de doblado sobre láminas es un componente muy importante en el campo industrial, de ingeniería y procesos de manufactura, está asociado a la elaboración de un sin número de elementos existentes tanto dentro de nuestros hogares como en la industria. Por ejemplo (puertas, ventanas, neveras, hornos, estufas, partes de aviones y componentes de carros etc....). Todos estos elementos no serían una realidad si no existiesen las dobladoras de lámina.

Su uso se puede evocar a tiempos muy primitivos cuando las tribus como los Muiscas o Quimbaya forjaban herramientas y metales como la plata y el oro y le daban terminado por medio del doblado a sus trabajos. Pero no es hasta el momento de la revolución industrial cuando se hace más evidente su uso, cuando se empiezan a realizar cadenas de producción en masa, originalmente las primeras dobladoras existentes utilizan contrapesos de piedra para reducir el **esfuerzo y el exceso de hombres para la ejecución de una tarea**, actualmente existen programas de controles numéricos de sistemas neumáticos para la ejecución de un sin número de tareas en aplicaciones industriales incluido el proceso de doblado.

6. POSIBLES SOLUCIONES

Emprender un proyecto en cualquier frente de estudio práctico que requiera presentar diferentes terminados especiales en la elaboración y fabricación de superficies, nos llevan a la a la búsqueda de mecanismos o herramientas que logren satisfacer esta problemática. La dobladora de lámina más que una necesidad es un instrumento que le permite al estudiante crear desde un

mecanismo planos, volúmenes en lámina de Coll rolled, láminas galvanizadas, láminas de acero, láminas de aluminio, entre otras. Así lograr diversos componentes que contengan dispositivos mecánicos, cajas para instalaciones eléctricas, chapas de protección, elementos que se encuentran girando, estructuras para los sistemas de refrigeración, cajas para herramientas, bandejas separadoras, mesas de trabajo, y todo lo que se pueda realizar mediante el pliegue de lámina.

Por otra parte, existen métodos que son altamente eficientes y sofisticados que manejan softwares capaces de identificar fallas y tomar decisiones, pero sus costos son elevados y solo están contenidos en procesos de alta industrialización.

7. PROBLEMÁTICA PRINCIPAL

Durante el proceso académico en Ingeniería Mecánica se desarrollan diferentes laboratorios, espacios en los cuales el estudiante pone en práctica las bases teóricas de las diferentes asignaturas. Para el ingeniero Mecánico se hace indispensable contar con una gran variedad de herramientas y maquinarias que le ayuden con el aprendizaje y el desarrollo de su creatividad para así lograr transformar un material propio de la ingeniería Mecánica en un sin número de mecanismos que le permitirán tener un contacto más real con el entorno laboral. Durante el desarrollo de la práctica (construcción de molde para colada de poliuretano) en la asignatura Ingeniería de los plásticos, se debe realizar la construcción del molde siguiendo las medidas específicas proporcionadas por el profesor en lámina de aluminio lisa de 2mm de espesor. Los cortes se realizan con tijeras o caladoras portando una cuchilla especial para este tipo de material. Sin embargo, los dobleces que dan forma a la caja molde se deben realizar por fuera de las instalaciones ya que la universidad no cuenta con una máquina que pueda realizar este tipo de trabajo. Estas mismas condiciones se presentan en la asignatura Climatización en donde es indispensable contar que una dobladora de lámina que permita la realización de los moldes para la construcción de neveras en una sola práctica sin tener que realizar desplazamientos con los materiales.

Una máquina dobladora de lámina más que una necesidad es un instrumento que le permite al estudiante crear desde una superficie plana volúmenes en láminas de cold rolled, láminas galvanizadas, láminas de acero, láminas de aluminio, entre otras y así lograr diversos componentes que contengan dispositivos mecánicos, cajas para instalaciones eléctricas, chapas de

protección para elementos que se encuentren girando, estructuras para los sistemas de refrigeración, cajas para herramientas, bandejas separadoras, mesas de trabajo y todo lo que se pueda realizar mediante el pliegue de una lámina.

8. TIPO DE PROYECTO

Según las opciones de naturaleza como un proyecto independiente ya que se puede realizar sin depender, ni afectar ni ser afectado por otros proyectos. Si miramos el área donde se quiere trabajar es un proyecto de comercialización ya que lo que se busca es satisfacer una necesidad que existe dentro de un nicho de mercado. Y según su fin podemos resumir entonces que **es un proyecto independiente de comercialización privado ya que es única y exclusivamente con ánimo de lucro.**

9. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Es necesario realizar un contenido metodológico para los estudios necesarios; conocer la población, la muestra, el tipo de mercado, las técnicas que usaremos para la recolección de datos, tablas, gráficas y toda herramienta útil que nos permita una buena planificación de nuestro proyecto.

9.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Para nuestro estudio de mercado nos enfocaremos en instituciones de educación superior y empresas del sector metalmecánico. Según el Ministerio de industria y comercio en la actualidad existen más de 680 empresas legales dedicadas al sector metalmecánico a lo largo del territorio colombiano. La industria metalmecánica en Colombia se encarga de transformar el acero en diferentes productos como láminas, tuberías, estructuras metálicas, alambres, maquinaria industrial, calderas y todo tipo de elementos metálicos. Gracias a nuestro estudio realizado podemos encontrar que las empresas inscritas legalmente en la cámara y comercio de cada ciudad han ganado un importante espacio en la demanda mundial de sus productos, lo que ha llevado a que muchas de esas grandes

empresas puedan ser certificadas con las normas de calidad ISO y QS. Esto permite que los empresarios puedan posicionarse en el mercado colombiano, aplicarlo al latinoamericano y sobre todo lograr experiencia en comercio internacional, lo cual permite grandes oportunidades para captar inversionistas y lograr un mercado más competitivo.

De acuerdo con las investigaciones realizadas [2] desde 1990 Colombia asume el compromiso y todas las responsabilidades pertinentes para lograr el desafío de postularse y posicionarse en el mercado internacional. Sin embargo, fueron 14 años de espera para que con el documento del Consejo de Política Económica y Social (Conpes, 3297), el Gobierno Colombiano diera inicio a la construcción e implementación de una agenda interna para la productividad y la competitividad, delegando al Departamento Nacional de Planeación (DNP) la coordinación, priorización y fomento de la productividad y competitividad del país. Desde la iniciativa de las empresas metalmecánicas y siderurgia, el DNP presentó el documento sectorial sobre dicho sector industrial en el año 2007. En particular, los departamentos de Risaralda, Caldas y Atlántico se comprometen con una mayor articulación entre la producción y la comercialización del sector, mejorando para ello tanto su infraestructura vial como la producción del sector metalmecánico.

A partir de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) se evidencia que durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007 la producción del sector metalmecánico registró un incremento de su participación sobre el sector industrial del país; ya que su contribución en la producción industrial nacional pasó del 8,9% al 11,3%. El mayor dinamismo se observa en los departamentos de Cauca, Bolívar y Risaralda, en los que las tasas de crecimiento promedio alcanzaron 63,7%, 20,9% y 20,5% respectivamente. Además, los departamentos de Risaralda, Caldas y Atlántico realizaron diferentes propuestas productivas para el sector de metalmecánica, buscando impulsar la producción y la comercialización de sus productos. De esta manera se han adelantado procesos de mejoramiento de la infraestructura vial y de los servicios públicos existentes, así como el aumento de la producción metalmecánica en estos departamentos. [2]

Las exportaciones colombianas de metalmecánica en 2015 sumaron 874 millones de Dólares. Los principales países de exportación fueron: China con 147 millones de Dólares (17%), Estados Unidos con 22,6 millones de dólares (14%), Venezuela

con 75,5 millones de Dólares (9%), Ecuador con 75 millones de Dólares (8,6%) y Brasil con 67,2 millones de Dólares (7,7%). [2]

Muchas de estas industrias metalmecánicas en Colombia tienen maquinarias con grandes avances tecnológicos; lo que permite facilitar la transformación del metal. Para el plegado de láminas se hace indispensable contar con una máquina dobladora o plegadora y el 80% de las empresas antes nombradas cuentan con una maquinaria de este tipo. [2]

9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

9.2.1 Población microempresas

Debido a la gran demanda generada por crecimiento exponencial de la ciudad, la industria metalmecánica en Bogotá ha estado en constante transformación y crecimiento desde el año 2011. Del 100% de las empresas legalmente constituidas que conforman este sector de la industria el 60% son microempresas, razón por lo cual representan un gran aporte en materia tributaria, social y laboral. Esta investigación en el sector metalmecánico entre 2016-2018 nos permite analizar más detalladamente las inversiones en maquinaria y el tipo de producto que desarrolla cada una de estas empresas. [2]

De lo anterior es necesario recalcar que nuestro producto será destinado a un tipo de mercado específico. Motivo por el cual nos centraremos en el 60 % correspondiente a las microempresas constituidas legalmente en Bogotá y de allí obtendremos una muestra.

En la primera encuesta realizada en el sector de la avenida Rojas en Bogotá donde el 50% del comercio involucra algún proceso metalmecánico se ha preguntado “para cuantos procesos de doblado involucra una máquina de doblado”. De los 10 establecimientos 4 de ellos contaban con una dobladora manual de este tipo con una longitud de 2.44 cm y solo uno de ellos contaba con una máquina eléctrica. Todos ellos se interesaron por una máquina dobladora de 110 cm de longitud.

Entre los locales encuestados se encuentran:

TABLA I
LOCALES ENCUESTADOS [Fuente propia]

Nombre	# de procesos
Central de dobleces 1	5
Central de dobleces 2	5
Bogotana de canales	5
Canales y bajantes Bogotá	3
Dobladora y cortadora Gustavo	5
Canales y bajantes ferrants	4
Servi exostos	1
Radiadores y aire acondicionado el mono	1
Radiadores Radiacer	2
Ornamentación don Juan	5

De la población encuestada obtenemos la siguiente tabla:

TABLA II
FRECUENCIA DE LA MUESTRA [Fuente propia]

Yi	ni	Hi	total %
1 proceso	2	$2/10=0.2 \times 100\%$	20
2 procesos	1	$1/10=0.1 \times 100\%$	10
3 procesos	1	$1/10=0.1 \times 100\%$	10
4 procesos	1	$1/10=0.1 \times 100\%$	10
5 o más procesos	5	$5/10=0.5 \times 100\%$	50
	n= 10	10/10	100%

De los 10 talleres encuestados el 80% involucra una dobladora de lámina para más de un proceso de formado. y el 100% de la población encuestada compraría una máquina dobladora de lámina de 110 cm de longitud.

9.2.2 Población Universidades e Institutos

El proyecto está destinado también universidades e institutos en la ciudad de Bogotá, las cuales de acuerdo con las estadísticas del año 2017 de SNIES (Sistema Nacional de Información de Educación Superior) ascienden a 288 (Ver tabla No. 1) que representa el 99 % del total de las universidades en Colombia. 637 municipios del territorio nacional poseían al menos un matriculado en programas de educación superior, lo que representa cerca del 57% del total de municipios, distribuidos en todos los departamentos de Colombia. En Bogotá, por ejemplo, están matriculados el 32% de los estudiantes en educación superior, en Antioquia el 13.8%, en el Valle del Cauca 7.5%, en Atlántico el 5.8% y en Santander el 5.4%.

TABLA III
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRINCIPALES

CARÁCTER	OFICIAL	NO OFICIAL	RÉGIMEN ESPECIAL	TOTAL
UNIVERSIDAD	31	51	1	83
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA / ESCUELA TECNOLÓGICA	17	94	12	123
INSTITUCIÓN TECNOLÓGICA	5	39	6	50
INSTITUCIÓN TÉCNICA PROFESIONAL	9	23	0	32
TOTAL	62	207	19	288

Fuente: SACES - MEN, mayo de 2017

Tamaño del Mercado y Segmentación

La segmentación del mercado se realizará por tipo de actividad ya que dependiendo de la actividad más relevante de la institución influye directamente en la comercialización del producto. Las instituciones de educación superior (IES) se clasifican en: A, según su carácter académico, y B, según su naturaleza jurídica.

Clasificación A:

El carácter académico constituye el principal rasgo que desde la constitución (creación) de una institución de educación superior define y da identidad respecto de la competencia (campo de acción) que en lo académico le permite ofertar y desarrollar programas de educación superior, en una u otra modalidad académica.

Según su carácter académico, las Instituciones de Educación Superior (IES) se clasifican en:

- Instituciones Técnicas Profesionales
- Instituciones Tecnológicas
- Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas
- Universidades

Ese último carácter académico (el de universidad) lo pueden alcanzar por mandato legal (Art. 20 Ley 30) las instituciones que, teniendo el carácter académico de instituciones universitarias o escuelas tecnológicas, cumplan los requisitos indicados en el artículo 20 de la Ley 30 de 1992, los cuales están desarrollados en el Decreto 1212 de 1993.

Las modalidades de formación a nivel de pregrado en educación superior son:

- Modalidad de Formación Técnica Profesional (relativa a programas técnicos profesionales)
- Modalidad de Formación Tecnológica (relativa a programas tecnológicos)
- Modalidad de Formación Profesional (relativa a programas profesionales)

De acuerdo con el carácter académico, y como está previsto en la Ley 30 de 1992, y en el artículo 213 de la Ley 115 de 1994, las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen la capacidad legal para desarrollar los programas académicos así:

Instituciones técnicas profesionales:

- a nivel de pregrado: programas técnicos profesionales.
- a nivel de posgrado: especializaciones técnicas profesionales.

Instituciones tecnológicas:

- a nivel de pregrado: programas técnicos profesionales y programas tecnológicos.
- a nivel de posgrado: especializaciones técnicas profesionales y especializaciones tecnológicas.

Instituciones universitarias o escuelas tecnológicas:

- a nivel de pregrado: programas técnicos profesionales, programas tecnológicos y programas profesionales.
- a nivel de posgrado: especializaciones técnicas profesionales, especializaciones tecnológicas y especializaciones profesionales.

Podrán, igualmente, obtener autorización ministerial para ofrecer y desarrollar programas de maestría y doctorado, las instituciones universitarias y escuelas tecnológicas que cumplan los presupuestos mencionados en el parágrafo del artículo 21 de la Ley 30 de 1992 indicados en la norma.

Universidades:

- a nivel de pregrado: programas técnicos profesionales, programas tecnológicos y programas profesionales.
- a nivel de posgrado: especializaciones técnicas profesionales, especializaciones tecnológicas, especializaciones profesionales y maestrías y doctorados, siempre que cumplan los requisitos señalados en los artículos 19 y 20 de la Ley 30 de 1992.

Clasificación B:

Según la naturaleza jurídica, la cual define las principales características que desde lo jurídico y administrativo distinguen a una y otra persona jurídica y tiene que ver con el origen de su creación. Es así que con base en este último aspecto las instituciones de educación superior son privadas o son públicas.

Las instituciones de educación superior de origen privado deben organizarse como personas jurídicas de utilidad común, sin ánimo de lucro, organizadas como corporaciones, fundaciones o instituciones de economía solidaria. Estas últimas aún no han sido reglamentadas.

Las instituciones de educación superior públicas o estatales se clasifican, a su vez en:

- Establecimientos públicos
- Entes universitarios autónomos

Los entes universitarios autónomos tienen autonomía especial en materia de contratación, régimen especial salarial para sus docentes (Decreto 1279/02), tienen un manejo especial en materia presupuestal y tienen aportes especiales que deben mantenerse por parte del Gobierno Nacional (Art. 87 Ley 30 de 1992).

Todas las universidades públicas conforman el Sistema de Universidades Estatales (SUE).

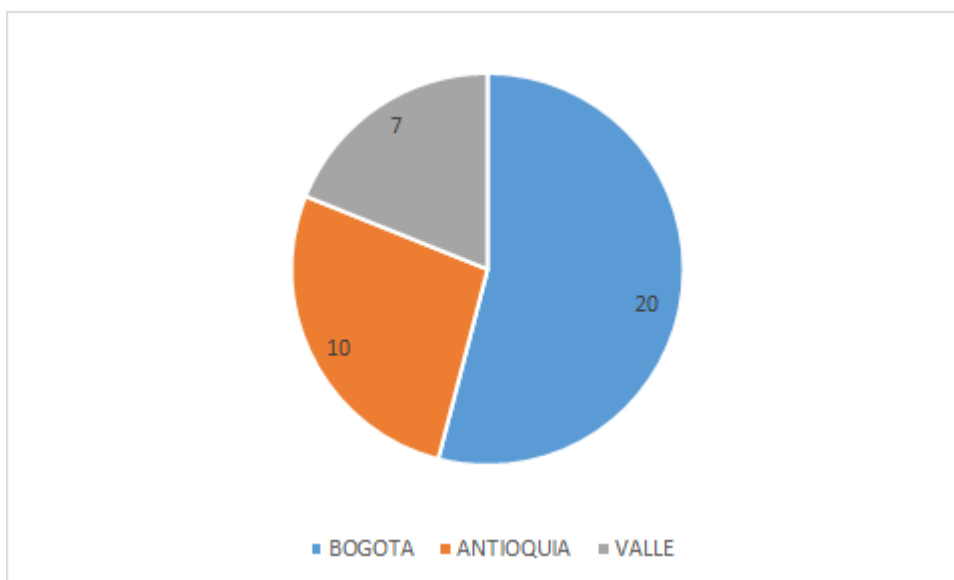


Fig. 2. Distribución geográfica de las universidades acreditadas. [Fuente propia].

El observatorio de la universidad Nacional se tomó el trabajo de revisar las cifras de acreditación de Instituciones de Educación Superior por departamentos para dar con un dato que muestra la debilidad de la calidad educativa en buena parte del país: en 14 departamentos no hay universidades acreditadas

De acuerdo con el portal, los departamentos y regiones con más instituciones acreditadas institucionalmente son: Bogotá con 20, Antioquia con 10 y Valle del Cauca con 7.

10. DOFA

Debilidades

Una debilidad que tiene es que por tener unas medidas establecidas nuestra dobladora de lámina no es aconsejable para láminas de dimensiones que sobrepasan la capacidad de doblez.

Es necesario también tener en cuenta que su capacidad de trabajo estará limitada entre 0 y 0.22 milímetros de espesor.

Por su tamaño es necesario asegurarla al suelo para que se puedan hacer el trabajo del doblado con más eficiencia.

Oportunidades

Nuestra PRENSA más que un montón de acero ofrece un producto que se integra fácilmente con el medio de trabajo reducidos.

Al público que se destina son todas aquellas personas que tengan la necesidad de obtener un trabajo de doblez con un presupuesto limitado.

Existe un beneficio y es el que por ser los únicos en ofrecer un producto con estas características inicialmente no tendremos competencia.

Su diseño de vanguardia le da al proceso un fácil uso, y de larga durabilidad en el desempeño de su trabajo con baja intervención de mantenimiento en largos periodos de tiempo.

Fortalezas

Para su elaboración no se requiere grandes procesos industriales que generen altos costos.

Su diseño hace que sea ligera, de fácil uso, y el no tener grandes volúmenes de material muerto reduce su costo.

Está diseñada para trabajos en lugares con poco espacio.

Para su obtención final solo es necesario tres días de trabajo por tres operarios.

Por su tamaño sirve para ejecutar trabajos de campo abierto con poca durabilidad.

Amenazas

Por parte de mercados extranjeros que realicen productos iguales a más bajo costo.

Poco acogimiento del producto en el mercado.

11. TIPO DE MERCADO

TABLA IV
TIPOS DE MERCADO [3]

	Competencia perfecta	Competencia monopolística	Oligopolio	Monopolio
Nº oferentes	Multitud de pequeñas empresas	Muchas empresas	Pocas empresas	Una sólo empresa
Barreras	Facilidad de entrada y salida al sector	Facilidad de entrada y salida al sector	Importantes Barreras de entrada	Importantes Barreras de entrada
Producto	Homogéneo	Diferenciación apoyada en Marcas y Publicidad	Similar o diferenciado	Único
Precio	Dado para las empresas	Cierta influencia sobre precio	Poder para influir sobre precio	Decide cantidad para maximizar beneficios y la curva de Demanda da el precio
Beneficios	Nulos. Precio=mínimo o coste unitario	Nulos: $P = \text{coste unitario}$ aunque no el mínimo	Depende de rivalidad. Pero sí, en general	Sí. Precio mayor que en comp.perf. Cantidad menor
Ejemplos	Agrícolas	Electrodomésticos	Petróleo, bancos.	Tpte. ferroviario

Analizando los diferentes tipos de mercado vemos que el que más se asimila a nuestro modelo es el de competencia perfecta prácticamente por la característica del producto Homogéneo, en el cual otros tipos de mercados se basarán en publicidad.

12. ESTUDIO DE PRECIOS

TABLA V
COTIZACIONES DEL PRODUCTO [4]

	 Dobladoras M. Fabricación de maquinaria para doblar y cortar lamina Nueva con garantía ,servicio de cepillo puente , fabricación de dados y cuchillas	\$ 17.000.000
	Maquinaria industrial Vendo dobladora con garantía para lamina, diferentes medidas	\$ 17.500.000
	 Emmanuel R. Dobladora Manual 1300 hasta 2 Mm	\$ 8.000.000
	Moisés M dobladora niagra 2.50 mt nueva juego de muelas perfectamente rectificada con piedra bujes y cortadora manual niagra original mesa ancha cuchillas , perfecta de ajuste como para estrenar maquinas garantizadas listas para entrega inmediata	\$ 16.499.999

13. TAMAÑO DEL PROYECTO

13.1 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La distribución de la planta se hizo pensando en que todos los procesos productivos, quedarán ubicados de tal manera que permitiera el flujo de la materia prima, del producto en proceso y del producto terminado de la forma más eficiente posible, de esta manera desde el ingreso de la materia prima se cumple un recorrido en forma de “U” ya que al ingresar por la puerta, al área de selección, luego se almacena la materia prima en el lugar que se indica en el plano, luego pasa al proceso de alistamiento , luego al rayado, después a corté y finalmente al proceso de montaje se obtiene el producto terminado para ser pintado y almacenado en la correspondiente bodega, luego empacado y despachado a las órdenes existentes. En relación con el área administrativa se encuentran solo oficina de ventas, además también se encuentran los espacios adecuados para el aseo personal de todos los empleados.

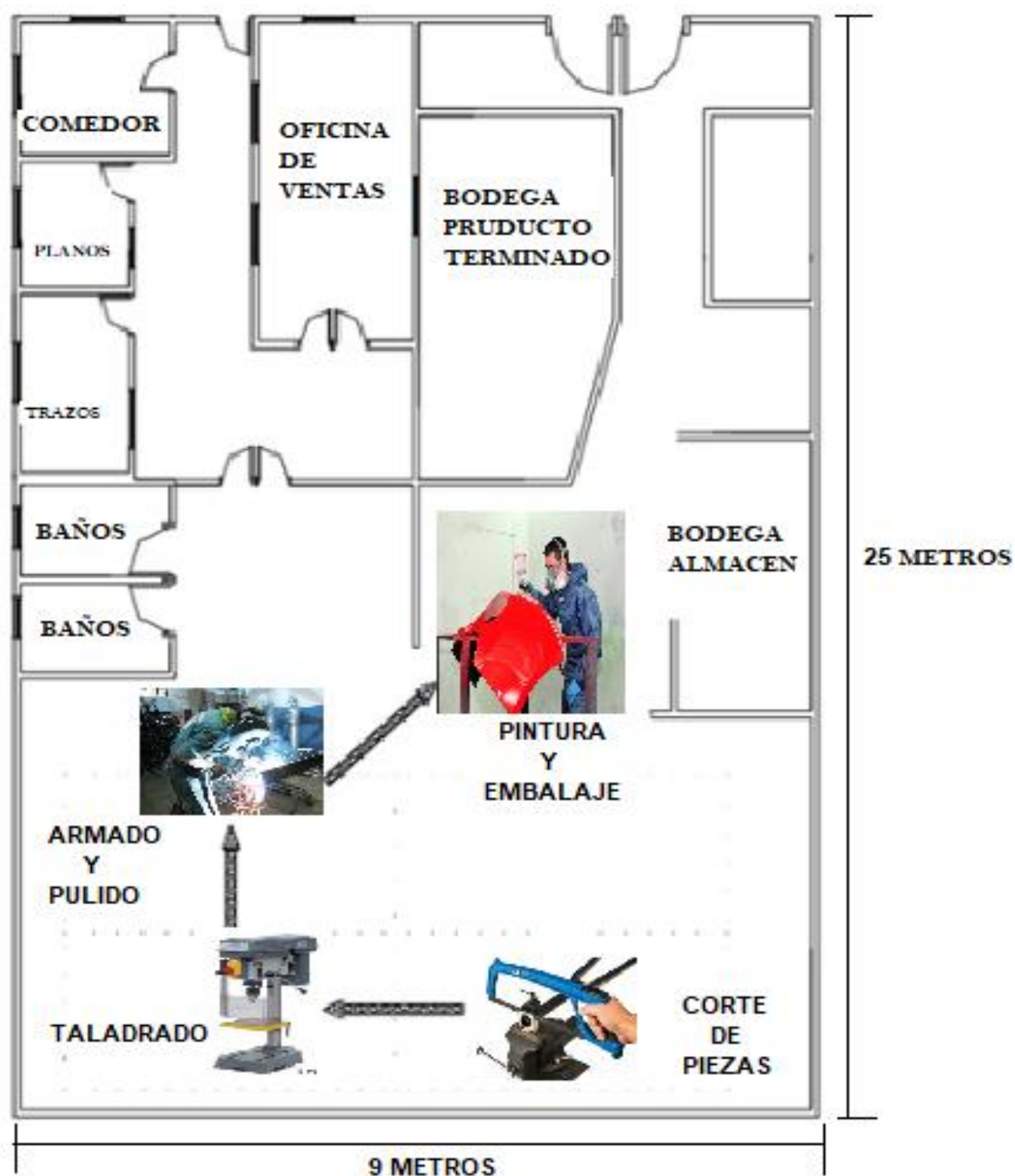


Fig. 3. Planta de producción. [Fuente propia]

13.2 DEFINICIÓN DE PROCESOS

Para la construcción de nuestro componente el cual es una dobladora de tipo manual debe existir un proceso involucrando una serie de actividades que van de acuerdo con la producción exigida en el estudio de mercado y las anomalías que se puedan presentar.

Es importante también tener en cuenta el tipo de tecnología que exige el producto final para la definición de cada una de las fases de construcción, y así ya con los procesos definidos y teniendo en cuenta las variables definir el tipo y la cantidad de personal necesario para cada fase:

13.2.1 Corte de piezas

Una dobladora de lámina de tipo manual es la unión de varias piezas que interactúan entre sí para cumplir su objetivo, de acuerdo con esto se necesitan varias inicialmente diferentes piezas las cuales debe ser alistadas, esto es, cortadas perfectamente teniendo en cuenta sus acabados, revisar que el material se ha el adecuado de acuerdo con sus propiedades mecánicas, y que por último concuerden con el diseño estipulado.

13.2 2 Taladrado

Después de tener cada una de las piezas que conforman la dobladora listas y nombradas, se deben realizar en algunas de ellas un proceso de taladrado para que se adecuen de acuerdo con los planos de la máquina. Los procesos de taladrado de las piezas van fijados a una norma y especificaciones técnicas dadas y también se establecen anteriormente en los diseños.

13.2.3 Armado y Pulido

Es el uno de los procesos más importantes, ya que aquí se ensamblan todas las piezas de la máquina. El ajuste de las piezas definirá en gran parte la operación óptima del equipo, este ajuste se realiza bajo un proceso secuencial lógico definido anteriormente garantizando el terminado final, el buen uso de la materia prima y los tiempos de producción.

13.2.4 Pintura y Embalaje

Es la parte final de la producción donde se dan los acabados finales a la dobladora, aquí se procede a los trabajos de pintura a las partes que así lo requieran según el diseño. Luego de esto, se dispone la máquina en una estructura de madera la cual la protegerá en su almacenaje y posterior proceso de transporte para el cliente final.

13.3 CANTIDAD DE RECURSOS

13.3.1 Equipos

- Equipo de soldadura eléctrica 40-100amp 110v Ciclo 10% + Careta y cepillo
- Taladro de Árbol ½" 250w Tb131
- Pulidora 9" 2200 W 6500rpm
- Prensa de tornillo de 6" (2).
- Compresor Neumático 50l 2hp con ruedas.
- Cortadora colilla-dora 10" a 38000 rpm
- Mesa de trabajo en acero (2).

13.3.2 Herramienta de mano

- Juego de Copas cuadrante ½" de la 10 a 32 mm.
- Juego llaves Mixtas cuadrante ½" de la 10 a 32 mm.
- Juego de destornilladores.
- Expansiva de 18".
- Expansiva de 12".
- Hombre solo.
- Alicates.
- Pinzas de punta.
- Martillo de Bola.
- Maceta de 4 lbr.
- Calibrador pie de Rey digital.
- Pistolas para pintura.

13.3.3 Personal

- Técnico encargado de Corte y Taladrado.
- Técnico encargado de Ensamble y Pintura.
- Asesor comercial y de ventas.
- Asistente administrativa.
- Persona encargada del aseo general.

13.3.4 Equipos de seguridad

- Caretas para Esmerilar (4).
- Gafas de protección (4).
- Guantes de carnauba (4).
- Guantes de nitrilo (4).
- Petos para pintar (4).
- Petos para soldar (4).
- Overoles de trabajo pesado (4).
- Tapabocas para trabajo pesado (paquete).

13.3.5 Elemento de Aseo

Escobas, traperos, recogedores, canecas, todo de tipo industrial.

13.4 LOCALIZACIÓN

13.4.1 Método de selección (ponderación)

Para una empresa es de vital importancia realizar un estudio para escoger la ubicación geográfica apropiada. A continuación, analizaremos tres sectores de Bogotá, definiremos factores para cada uno como vías de acceso, clientes potenciales, cercanía de proveedores, costos de alquiler o compra, nivel de seguridad; a cada uno se le asignará un porcentaje según las ventajas y desventajas y se socializarán los resultados escogiendo la ubicación estratégica de nuestra empresa.

13.4.2 Factores

Vías de acceso: Son fundamentales para el desarrollo y crecimiento de nuestra empresa ya que por ser un producto de gran volumen y peso es necesario contar con vías anchas para carga y descarga de materiales al igual que el flujo de máquinas terminadas.

Clientes potenciales: La zona para la ubicación de la empresa debe contar con un gran comercio relacionado con la construcción y la metalmecánica para así entrar en contacto directo con clientes potenciales.

Cercanía de proveedores: Es importante contar con una gran familia de proveedores en el sector donde se ubicará la empresa para así evitar gastos de tiempo y transportes.

Costos de alquiler o compra: Para la ubicación de la empresa es necesario saber la cantidad de dinero que debemos pagar por concepto de alquiler o el precio de compra por metro cuadrado, impuestos, estrato, costo de servicios, etc.

Nivel de seguridad: Para garantizar la seguridad de nuestro personal, clientes, empresa, activos; el nivel de seguridad debe ser alto.

13.4.3 Ubicación geográfica 1

Calle 17 con carrera 22 (Paloquemao)
Bogotá, Bogotá D.C.
Colombia.

La zona de Paloquemao es uno de los lugares de Bogotá donde más se comercializa el acero laminado; las grandes y pequeñas ferreterías nos ofrecen una gran cantidad de productos, herramientas y servicios destinados al gremio de la construcción. Cada ferretería va acompañada de una industria metálica encargada de dar forma a todos los productos acerados y cada una de ellas cuenta con una gran fuente de maquinaria destinadas a tales propósitos.

Durante nuestro estudio de mercado ha sido necesario incluir la zona de Paloquemao ya que es una de nuestras ubicaciones potenciales para el inicio de nuestra empresa. Este sector nos da la posibilidad de poder vender nuestras máquinas a los mismos empresarios del sector o a los clientes que a diario frecuentan esta zona por ser céntrica y manejar buenos precios.

TABLA VI
PONDERACIÓN 1 [Fuente propia]

Factores	Calificación	Porcentaje (%)	(Σ) C*P
Vías de acceso	10	10	1
Clientes potenciales	8	20	1.6
Cercanía de proveedores	8	20	1.6
Costos de alquiler o compra	4	40	1.6
Nivel de seguridad	4	10	0.4
Total	34	100	6.2%

Donde 10 es la calificación más alta y 1 la más baja.

C*P= CALIFICACIÓN*PORCENTAJE

13.4.4 Ubicación geográfica 2

Calle 67 con carrera 26 (7 de agosto)

Bogotá, Bogotá D.C.

Colombia.

Esta zona ubicada al noroccidente de Bogotá nos proporciona una excelente fuente de mercado para nuestro producto; allí podemos encontrar un gran número de microempresas destinadas al pliegue de láminas para diferentes propósitos, las más importantes son la manufactura de canales, bajantes, campanas extractoras, bandejas para usos diferentes, cajas de herramientas, cajas para cuadros eléctricos y otras aplicaciones más que se pueden realizar con el tipo de máquina que ofrecemos en el mercado. Esto nos puede facilitar la venta de nuestro producto ya que para todos estos elementos antes nombrados el calibre de lámina utilizado es de máximo (1 mm) lo que puede ser una gran ventaja ya que al obtener una de nuestras máquinas se podrá minimizar el uso energético y el espacio de trabajo.

TABLA VII
PONDERACIÓN 2 [Fuente propia]

Factores	Calificación	Porcentaje (%)	(Σ) C*P
Vías de acceso	8	10	0.8
Clientes potenciales	7	20	1.4
Cercanía de proveedores	6	20	1.2
costos de alquiler o compra	6	40	2.4
Nivel de seguridad	5	10	0.5
Total	33	100	6.7%

Donde 10 es la calificación más alta y 1 la más baja.

C*P= CALIFICACIÓN*PORCENTAJE

13.4.5 Ubicación geográfica 3

(Avenida Rojas)
Bogotá, Bogotá D.C.
Colombia.

Esta ubicación se ha escogido principalmente por la cercanía al taller donde se realizará la fabricación de nuestra máquina modelo, También es una zona donde encontramos una gran cantidad de talleres destinados al pliegue de láminas, talleres de ornamentación, talleres de exostos, talleres de radiadores y aire acondicionado; esta ubicación nos puede garantizar la venta de nuestro producto no solo por los microempresarios si no por la gran cantidad de personas que frecuentan esta zona para la realización de algún trabajo donde se involucren las dobladoras de lámina.

La avenida Rojas es un sector conocido por todos los Bogotanos gracias al gran comercio industrial que se maneja, tanto en construcción y mantenimiento como en el área automotriz; esta zona es un punto estratégico para nuestra fábrica y el alquiler de una bodega no es tan alto.

TABLA VIII
PONDERACIÓN 3 [Fuente propia]

Factores	Calificación	Porcentaje (%)	(Σ) C*P
Vías de acceso	6	10	0.6
Clientes potenciales	5	20	1
Cercanía de proveedores	5	20	1
costos de alquiler o venta	7	40	2.8
Nivel de seguridad	7	10	0.7
Total	29	100	6.1%

Donde 10 es la calificación más alta y 1 la más baja.
C*P= CALIFICACIÓN*PORCENTAJE

TABLA IX
COMPARATIVO POR UBICACIÓN [Fuente propia]

Factores	Ubicación 1 (%)	Ubicación 2(%)	Ubicación 3(%)
Vías de acceso	1	0.8	0.6
Clientes potenciales	1.6	1.4	1
Cercanía de proveedores	1.6	1.2	1
costos de alquiler o venta	1.6	2.4	2.8
Nivel de seguridad	0.4	0.5	0.7
Total	6.2%	6.7%	6.1%
Calificación	34	33	29

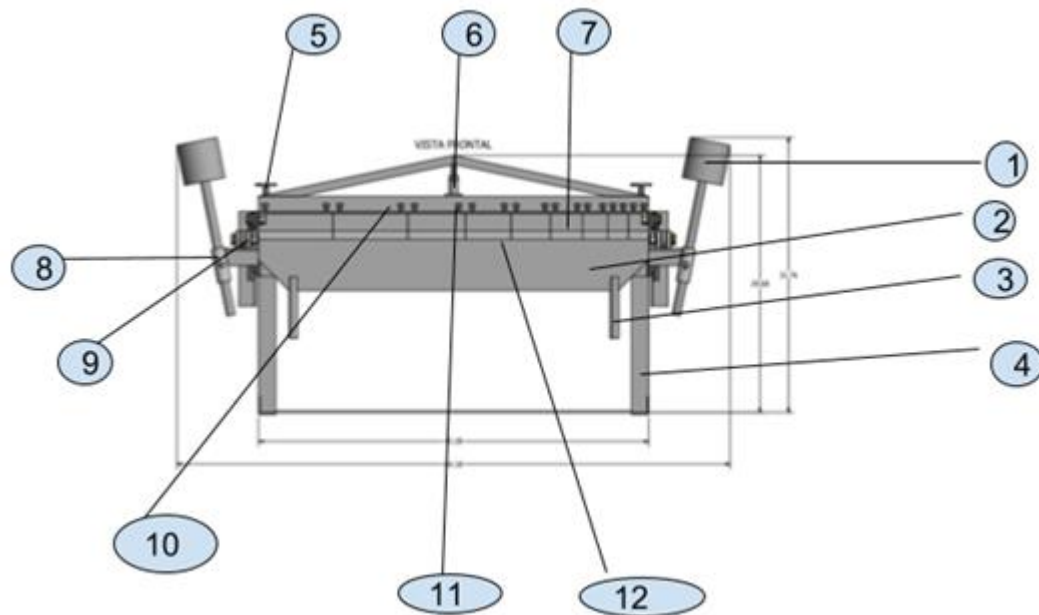
De la tabla anterior y de acuerdo con los porcentajes asignados para cada factor, concluimos que la ubicación 2 es la más adecuada para una localización estratégica de la empresa; a pesar de que Paloquemao arrojó una mayor calificación se hace evidente que el 7 de agosto tiene un porcentaje más elevado cumpliendo con todas las condiciones iniciales.

14. INGENIERÍA

14.1 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Para el desarrollo de este producto se harán diferentes modificaciones en cuanto al estilo tradicional de este tipo de máquinas; contará con un sistema innovador de prensado de material que reducirá tanto su costo como el tiempo de fabricación. De acuerdo con las medidas estándar manejadas por las diferentes industrias encontramos como longitud útil de trabajo las máquinas de (3m, 2,40 m y 2m) y las de menor longitud son casi inexistentes.

Ofrecemos a un tipo específico de industria una máquina manual que se adapte más a las necesidades de sus productos con una longitud útil de trabajo de (1m), para trabajos pequeños, fácil de desmontar y transportar, ideal para cajas de herramientas, bandejas, cuadros eléctricos y un sin número más de aplicaciones de similar corte.



1. **Pesa:** son masas normalmente de hierro fundido que se colocan en el ensamble delantal para alivianar la fuerza de levantamiento.
2. **Ensamble base superior:** Es la estructura de la máquina en donde se fijan las bielas y todos los componentes de las muelas que a su vez pueden ser modificadas para diferentes tipos de trabajos.
3. **Porta delantal:** parte estructural de fijación del ensamble delantal con los ejes de rotación.
4. **Ensamble delantal:** Parte baja de la máquina, normalmente una plancha rectangular, la parte que está en contacto con las muelas tiene en acero 1040 de alta resistencia al impacto; al realizar una determinada fuerza para cada calibre esta parte es la que realiza los dobles.
5. **Biela:** Es la estructura interna de la palanca la cual lleva un eje y dos componentes circulares no alineados para realizar el trabajo de prensado.
6. **Tensor de ajuste delantal:** Este tensor es el encargado de mantener alineado el ensamble delantal.
7. **Tensor de ajuste base superior:** Este tensor es el encargado de mantener alineada la base superior.
8. **Tornillo eje biela:** funciona como eje de palanca.

9. **Palanca biela:** La palanca es la parte de la máquina con la que se controla el cierre y la apertura de la misma.
10. **Palanca delantal:** Es la parte de la máquina que permite el agarre manual para realizar la fuerza de dobles.
11. **Porta muela:** Es una pestaña paralela al delantal en la cual se anclan las muelas.
12. **Acero muela:** Es la punta de la muela normalmente en un acero fuerte y más resistente al impacto.

14.2 SUMINISTROS E INSUMOS

La principal fuente de materia prima se encuentra en las bodegas de reciclaje, ya que la construcción de la máquina se realizará con el 60% de materiales reciclados; esto con la necesidad de ayudar a mitigar la gran cantidad de residuos liberados al medio ambiente y que pueden ser fácilmente reutilizados.

TABLA X
MATERIALES RECICLADOS [Fuente propia]

Cantidad	Ángulos (in)	Platinas (in)	Varillas (in)	Tubería (in)	total (kg)
1 x 3m	2 X 1/4	2 X 1/4	$\frac{5}{8}$ redonda	$\frac{3}{4}$ redonda	18 kg
1 x 3m	1 $\frac{1}{2}$ x 3/16	1 $\frac{1}{2}$ x 3/16			7 kg
1 x 3m			$\frac{5}{8}$ cuadrada		3 kg
1 x 3m				1 cuadrada	2 kg

TABLA XI
MATERIALES NUEVOS [Fuente propia]

Cant	tornillos(in)	Placas de acero (m)	Pintura	discos	soldadura (60-13)
1	$\frac{3}{8} \times 1^*(12)$	0,30 x1,15	electroestática	cortar* (6)	3/32 west
1	$\frac{1}{2} \times 1^*(10)$	0,15 x 1,15	electroestática	pulir* (2)	$\frac{1}{8}$ west
1	$\frac{5}{8} \times 30^*(8)$		electroestática	lijar* (1)	
1	$\frac{3}{4} \times 2^*(4)$		electroestática	tronzadora* (1)	

14.2.1 Proveedores de los suministros e insumos

Existen diferentes procesos que se deben seguir para la construcción de una máquina dobladora de lámina, algunos de ellos por ser más tecnológicos no se llevarán a cabo dentro de la fábrica y para ello es necesario contar con una serie de proveedores que se encargaran de realizar este tipo de trabajos y a su vez suministrar algún producto específico para la construcción de la máquina.

En el barrio 7 de agosto al Noroccidente de Bogotá se encuentra ubicada la ferretería latina especializada en láminas de acero, perfiles para cerramientos metálicos, tuberías, discos para máquinas de corte, soldaduras; esta ferretería será una de las principales fuentes de materia prima, con excelentes precios y con un desplazamiento no mayor a 1km; garantiza sus productos y suministra el transporte sin cargo adicional. Además, cuenta con el servicio de corte de material hasta $\frac{1}{2}$ pulgada.

En este mismo barrio se encuentra ubicada una de las empresas distribuidoras de tornillos más grandes de Colombia “tornillos 7777777”; este establecimiento cuenta con todos y cada uno de los tornillos necesarios para la construcción de la máquina. Buenos precios, mínimo desplazamiento y garantía de productos.

La pintura de la máquina se llevará a cabo en el abc acabados y pinturas, esta empresa nos ofrece una gran variedad de colores y texturas, detalles, tiempos de entrega mínimos y transporte puerta a puerta.

14.3 TECNOLOGÍA

Existen diferentes factores en la etapa de fabricación dentro de una empresa, que implica cualquier forma de tecnología utilizada, estas son:

- Operación de proceso, donde se incluyen los requisitos según la normatividad para lograr un producto de alta calidad.
- La optimización de los procesos, donde se define la eficiencia y la eficacia.
- Fuentes de abastecimiento (suministros e insumos)
- La disposición de la mano de obra.
- Los requerimientos de empresas que ofrecen servicios técnicos.
- Dominar los sistemas y máquinas tecnológicas con que cuenta la empresa.
- Adecuación y mejoramiento de una planta ya existente.
- Buen manejo de desechos contaminantes y ser amigable con el medio ambiente.

La fabricación del producto seleccionado no requiere de un alto nivel tecnológico; se han seleccionado los equipos anteriormente según la capacidad de producción estimada para cada mes. Los residuos producto de la soldadura y corte tendrán un control donde se separan las partículas de hierro que puedan ser fundidas nuevamente y los restantes serán entregadas a empresas locales destinadas al desecho de tales contaminantes. La empresa tendrá un potente sistema de extracción de humos con filtros y cascadas de agua para que la liberación de contaminantes a la atmósfera se mínima.

14.4 PROCESO PRODUCTIVO

Característica principal: Cada máquina será construida sobre pedido

14.4.1 Estado inicial

Una vez resuelta la estructura y organización de la empresa cada proveedor pone a disposición los productos requeridos, cada componente de materia prima debe ser debidamente identificado y acopiado llevando un control para cada pieza involucrada en el proceso; es necesario contar con estanterías para la organización de los productos que por su tamaño y peso son más fáciles de acomodar; para aquellas piezas de mayor tamaño y peso el acopio se realizará lo más cercano a suelo para evitar el uso de montacargas dentro de la empresa ya que la máquina terminada no excederá los 80kg.

14.4.2 Estado de transformación

- El corte de las platinas y ángulos que componen el producto se llevarán a cabo en una trazadora, esta máquina eléctrica cuenta con sus accesorios de protección, está ubicada en una mesa que funciona como soporte y cuenta con una plataforma de 6 metros para facilitar el manejo del material. La operación de la máquina debe ser realizada por un operario técnico capaz de interpretar planos, con su equipo completo de seguridad.
- Cada pieza cortada se pasa por la sección de mecanizado, donde un operador realizará las perforaciones y los roscados pertinentes para cada diámetro de tornillo; esta área contará con recipientes especiales para la recolección de viruta.
- Cada pieza cortada y taladrada se pasa manualmente a la mesa de soldadura donde un operario altamente calificado en este tipo de trabajo une las piezas por medio de cordones de soldadura según el diseño y los cálculos proporcionados por el ingeniero; estas mesas de trabajo móviles en algunos casos cuentan con un sistema de extracción de humo, prensa y herramientas de mano requeridas para tal trabajo.

- Las estructuras soldadas se pasan a la mesa de desbastes, donde se pulieron las soldaduras que lo requieran y se dará un acabado totalmente liso a toda la superficie. Para este tipo de trabajo no se requiere personal técnico, pero se recomienda la formación adecuada y el uso de los elementos de protección.
- La pintura se realizará por terceros, la empresa encargada de tal trabajo se hace responsable de la recogida de todo el material que necesita ser pintado y también de su entrega.
- Una empresa de mecanizados será la encargada de dar forma a las muelas de la dobladora ya que es un proceso que involucra un alto nivel tecnológico.
- Realizados los procesos anteriores y con las piezas nuevamente en fábrica se realiza el armado manual de la máquina según las especificaciones descritas en el manual; se requiere contar con las herramientas adecuadas como llave $\frac{3}{8}$, llave de $\frac{1}{2}$, llave de $\frac{5}{8}$, llave de $\frac{3}{4}$, un martillo para la colocación de los pines de seguridad y un alicate.

14.4.3 Estado final

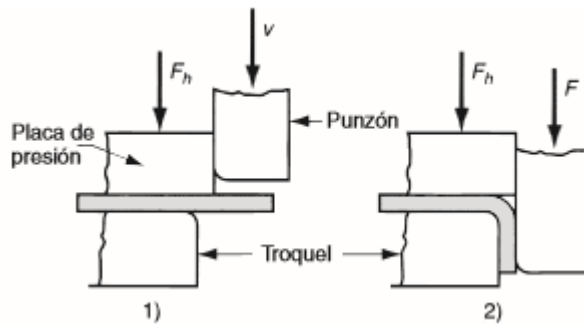
El producto se empaca perfectamente para garantizar su calidad; la máquina también podrá ser entregada sin ensamblar para facilitar su transporte; cada una llevará un número de serie que la identificará para futuros mantenimientos.

Los residuos derivados de este proceso se manejan de acuerdo con la norma vigente y el subproducto será vendido a las recicladoras de hierro para generar un ingreso extra.

14.5 DISEÑO MECÁNICO DEL SISTEMA

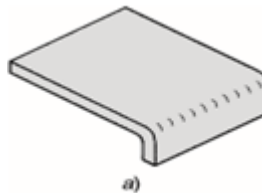
Los diferentes campos de aplicación de estudio de la **Ingeniería la Física** y las **matemáticas** brindan las suficientes herramientas para desarrollar análisis y cálculos de los comportamientos presentes en un mecanismo. Es necesario tener en cuenta que, para empezar a realizar el cálculo del doblado de lámina es necesario conocer cuántos kilogramos son necesarios para realizar el trabajo.

Existen 2 técnicas de doblado, (doblado en V y doblado de bordes) las cuales se aplican en distintos campos de la manufactura, la técnica que involucra nuestro modelo a seguir es el doblado de bordes que se analiza como una carga voladiza en la lámina de trabajo. Normalmente se tiene una plantilla que ejerce una presión que se encarga de sujetar, F_h a la lámina de trabajo contra el troquel y así se ejerce la fuerza necesaria para obtener el doblez requerido en este caso a 90° .



Doblado de Bordes, Fundamentos de manufactura moderna.

Este tipo de dobles obtenido es llamados dobles de bridas, donde se forma un Angulo recto entre la lamida, o llamado también borde para la aplicación requerida finalmente.



dobles de bridas, Fundamentos de manufactura

14.5.1 Fuerza de doblado

La fuerza que se requiere para realizar doblado de lámina depende de la geometría del punzón o del dado, así como la resistencia, espesor y ancho de la lámina; Para el doblado con dado o de bordes se utilizara la constante $k_{bf}=0.33$.

$$f = \frac{K_{bf} \times T \times S \times w \times T^2}{D}$$

Dónde:

F= fuerza del doblado (N)

Ts=resistencia a la tensión en lámina. (Mpa);

w=ancho de la parte en la dirección del eje del doble, (mm);

T= espesor del material (mm).

D= dimensiones del dado abierto en (mm), la dimensión del dado estándar para la dobladora es 12 (milímetros).

Ejemplo:

Cálculo para una lámina de acero SAE 1020 calibre 22 "o" 0.76 (milímetros) de espesor y un ancho de 1000 (milímetros).

1. De la tabla N°XIII de las Propiedades Mecánicas de Aceros al Carbono tomamos el (Ts), valor de 379 (Mpa).

2. Entonces $379 \text{ Mpa} = 379 \text{ Mpa} \times \left(\frac{N}{m^2}\right) \times \left(\frac{kgf}{9.8067N}\right) \times \left(\frac{1m}{1000mm}\right)^2 = 38.64 \frac{kgf}{mm^2}$

3. $f = \frac{0.33 \times 38.64 \left(\frac{kgf}{mm^2}\right) \times (1000mm) \times (0.76mm)^2}{12mm} = 613.75kgf$

$$= 705.82kgf/10g = 61.37kg$$

Equivalencia de fuerzas:

$$\mathbf{fa \times da = Fd \times dl}$$

Donde

$$fa = \text{fuerza hallada}$$

$$da = \text{distancia de palanca}$$

$$Fd = \text{fuerza de doblado}$$

$$dl = \text{distancia de lamina}$$

Reemplazando los valores obtenidos en la ecuación tenemos:

$$Fd = \frac{62,37gf \times 290mm}{1000mm} = 17.79kg$$

TABLA XII
CALCULOS PARA DISTINTOS CALIBRES DE LAMINA [Fuente propia]

FUERZA DE PALANCA (Kg)			NÚMERO SAE/AISI (Aceros)							
CAUBRE DE LA MINA	ESPEJOR (mm)	ANCHO LAMINA (mm)	1020	1020	1030	1035	1040	1045	1050	1060
20	0,91	500	10,9093087	12,7614278	15,7917179	16,700772	17,6435069	19,0240935	20,9088935	22,7616824
	0,91	1000	21,8	25,5	31,6	33,4	35,3	38,0	41,8	45,5
21	0,84	500	9,2955096	10,8736426	13,455665	14,2802436	15,0335207	16,2088785	17,816714	19,3946697
	0,84	1000	18,6	21,7	26,9	28,5	30,1	32,4	35,6	38,8
1/32	0,79	500	8,22183255	9,61768759	11,9014747	12,3865859	13,2970808	14,337564	15,7588027	17,1544089
	0,79	1000	16,4	19,2	23,8	25,2	26,6	28,7	31,5	34,3
22	0,76	500	7,60924608	8,90109975	11,014728	11,6487935	12,3063514	13,2693109	14,584657	15,8762804
	0,76	1000	15,2	17,8	22,0	23,3	24,6	26,5	29,2	31,8
23	0,68	500	6,09161252	7,12581115	8,81788477	9,32548841	9,85189902	10,6228002	11,6758058	12,70982
	0,68	1000	12,2	14,3	17,6	18,7	19,7	21,2	23,4	25,4
24	0,61	500	4,90200912	5,73424379	7,09588002	7,50435605	7,92796632	8,54832167	9,39569058	10,2277769
	0,61	1000	9,8	11,5	14,2	15,0	15,9	17,1	18,8	20,5
25	0,53	500	3,70054921	4,32880699	5,35671244	5,6807287	5,98485821	6,45316732	7,09285	7,7209577
	0,53	1000	7,4	8,7	10,7	11,3	12,0	12,9	14,2	15,4
26	0,45	500	2,66771526	3,12062448	3,86163855	4,039347	4,31446703	4,65206971	5,11321511	5,56604359
	0,45	1000	20,6	6,2	7,7	8,2	8,6	9,3	10,2	11,1
27	0,42	500	2,3238764	2,71841066	3,36391625	3,55756089	3,75838016	4,05246961	4,4541785	4,84894241
	0,42	1000	4,6	5,4	6,7	7,1	7,5	8,1	8,9	9,7
1/64	0,4	500	2,1078244	2,4656786	3,0511712	3,2268126	3,4089616	3,6757094	4,0400712	4,3978616
	0,4	1000	4,2	4,9	6,1	6,5	6,8	7,4	8,1	8,8
28	0,38	500	1,90231152	2,22527484	2,75368201	2,91219837	3,07658784	3,31732773	3,64616426	3,96907009
	0,38	1000	3,8	4,5	5,5	5,8	6,2	6,6	7,3	7,9
29	0,34	500	1,52290313	1,78145279	2,20447119	2,3813721	2,46297476	2,65570004	2,91895144	3,17746501
	0,34	1000	3,0	3,6	4,4	4,7	4,9	5,3	5,8	6,4
30	0,3	500	1,18565123	1,38694421	1,7162838	1,81908209	1,9175409	2,06758654	2,27254005	2,47379715
	0,3	1000	2,4	2,8	3,4	3,6	3,8	4,1	4,5	4,9
31	0,27	500	0,96037749	1,12342481	1,39018988	1,47021649	1,55320813	1,6747451	1,84075744	2,00377569
	0,27	1000	1,9	2,2	2,8	2,9	3,1	3,3	3,7	4,0
32	0,25	500	0,82336891	0,9631557	1,19186375	1,26047367	1,33162563	1,43582398	1,57815281	1,71791469
	0,25	1000	1,6	1,9	2,4	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4
33	0,23	500	0,69689944	0,81521499	1,00879348	1,06886492	1,12708793	1,21528142	1,33574854	1,45404299
	0,23	1000	1,4	1,6	2,0	2,1	2,3	2,4	2,7	2,9

A continuación, adjuntamos algunas tablas necesarias, en la que aparece la resistencia a la tensión (Mpa);

TABLA XIII
PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS AL CARBONO [5]

Límite Elástico, Resistencia Máxima a la Tensión, Elongación, Dureza Brinell							
TABLA 9 Propiedades mecánicas de algunos aceros al carbono							
Datos de varias fuentes. * Valores aproximados. Consulte a los fabricantes de los materiales para información más precisa							
Número SAE/AISI	Estado	Límite elástico a la tensión (convencional al 2%)		Resistencia máxima a la tensión		Elongación en 2 in	Dureza Brinell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	-HB
1010	laminado en caliente	26	179	47	324	28	95
	laminado en frío	44	303	53	365	20	105
1020	laminado en caliente	30	207	55	379	25	111
	laminado en frío	57	393	68	469	15	131
1030	laminado en caliente	38	259	68	469	20	137
	normalizado @ 1 650°F	50	345	75	517	32	149
	laminado en caliente	64	441	76	524	12	149
	templado y revenido @ 1 000°F	75	517	97	669	28	255
	templado y revenido @ 800°F	84	579	106	731	23	302
	templado y revenido @ 400°F	94	648	123	848	17	495
1035	laminado en caliente	40	276	72	496	18	143
	laminado en frío	67	462	80	552	12	163
1040	laminado en caliente	42	290	76	524	18	149
	normalizado @ 1 650°F	54	372	86	593	28	170
	laminado en frío	71	490	85	586	12	170
	templado y revenido @ 1 200°F	63	434	92	634	29	192
	templado y revenido @ 800°F	80	552	110	758	21	241
	templado y revenido @ 400°F	86	593	113	779	19	262
1045	laminado en caliente	45	310	82	565	16	163
	laminado en frío	77	531	91	627	12	179
1050	laminado en caliente	50	345	90	621	15	179
	normalizado @ 1 650°F	62	427	108	745	20	217
	laminado en frío	84	579	100	689	10	197
	templado y revenido @ 1 200°F	78	538	104	717	28	235
	templado y revenido @ 800°F	115	793	158	1 089	13	444
	templado y revenido @ 400°F	117	807	163	1 124	9	514
1060	laminado en caliente	54	372	98	676	12	200
	normalizado @ 1 650°F	61	421	112	772	18	229
	templado y revenido @ 1 200°F	76	524	116	800	23	229
	templado y revenido @ 1 000°F	97	669	140	965	17	277
	templado y revenido @ 800°F	111	765	156	1 076	14	311

TABLA XIV
PROPIEDADES MECÁNICAS DE ALEACIONES DE ALUMINIO [5]

Límite Elástico, Resistencia Máxima a Tensión, Resistencia a la Fatiga, Elongación, Dureza Brinell (HB)

TABLA 2 **Propiedades mecánicas de algunas aleaciones de aluminio forjado**

Datos provenientes de varias fuentes. * Valores aproximados. Consulte los fabricantes de los materiales para información más precisa

Aleación de aluminio forjado	Estado	Límite elástico a la tensión (convencional al 2 %)		Resistencia máxima a la tensión		Resistencia a la fatiga a 5E8 ciclos		Elongación en 2 in	Dureza Brinell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	-HB
1100	recocido en hoja	5	34	13	90			35	23
	laminado en frío	22	152	24	165			5	44
2024	recocido en hoja	11	76	26	179			20	-
	tratamiento térmico	42	290	64	441	20	138	19	-
3003	recocido en hoja	6	41	16	110			30	28
	laminado en frío	27	186	29	200			4	55
5052	recocido en hoja	13	90	28	193			25	47
	laminado en frío	37	255	42	290			7	77
6061	recocido en hoja	8	55	18	124			25	30
	tratamiento térmico	40	276	45	310	14	97	12	95
7075	recocido en barra	15	103	33	228			16	60
	tratamiento térmico	73	503	83	572	14	97	11	150

TABLA XV
PROPIEDADES MECÁNICAS DE ALEACIONES DE COBRE FORJADAS Y FUNDIDAS [5]
Límite Elástico, Resistencia Máxima a la Tensión, Elongación, Dureza Brinell (HB)

Aleación de cobre	Estado	Límite elástico a la tensión (convencional al 2 %)		Resistencia máxima a la tensión		Elongación en 2 in	Dureza Brinell o Rockwell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	
CA110—Cobre puro	recocido en tiras	10	69	32	221	45	40HRF
	revenido de resorte	50	345	55	379	4	60HRB
CA170—Cobre al berilio	recocido en tiras más envejecimiento	145	1 000	165	1 138	7	35HRC
	duro más envejecimiento	170	1 172	190	1 310	3	40HRC
CA220—Bronce comercial	recocido en tiras	10	69	37	255	45	53HRF
	revenido resorte	62	427	72	496	3	78HRB
CA230—Bronce rojo	recocido en tiras	15	103	40	276	50	50HB
	revenido duro	60	414	75	517	7	135HB
CA260—Latón para cartucho	recocido en tiras	11	76	44	303	66	54HRF
	revenido resorte	65	448	94	648	3	91HRB
CA270—Latón amarillo	recocido en tiras	14	97	46	317	65	58HRF
	revenido resorte	62	427	91	627	30	90HRB
CA510—Bronce fosforado	recocido	19	131	47	324	64	73HRF
	revenido resorte	80	552	100	689	4	95HRB
CA614—Bronce aluminio	blando	45	310	82	565	40	84HRB
	duro	60	414	89	614	32	87HRB
CA655—Bronce al alto silicio	recocido	21	145	56	386	63	76HRF
	revenido resorte	62	427	110	758	4	97HRB
CA675—Bronce al manganeso	blando	30	207	65	448	33	65HRB
	semiduro	60	414	84	579	19	90HRB
Bronce con plomo y estaño	tal y como sale de fundición	19	131	34	234	18	60HB
Bronce al níquel y al estaño	tal y como sale de fundición	20	138	50	345	40	85HB
	fundido y con tratamiento térmico	55	379	85	586	10	180HB

14.5.2 Descripción de los elementos a analizar

Dado que el componente es un sistema mecánico compuesto de varias piezas que son sometidas a diferentes esfuerzos es preciso analizar su comportamiento para así determinar los materiales correctos que aseguren el funcionamiento correcto del equipo cumpliendo la finalidad para el cual fue diseñado.

Tornillos principales: La máquina dobladora diseñada para la fundación universitaria Los Libertadores carece de bielas. Estas dos se han reemplazado por dos tornillos principales que realizan el prensado del material. El diámetro de los tornillos es de $5/8$ de pulgada y tiene una longitud de 8,26 pulgadas. En la parte superior de los tornillos se ha soldado una arandela de 3 pulgadas de diámetro con un espesor de $3/16$ de pulgada la cual funciona como agarre para girar el tornillo y a 4 pulgadas desde la parte inferior se ha soldado una tuerca con una distancia entre caras planas de $15/16$ de pulgada que funciona como tope.

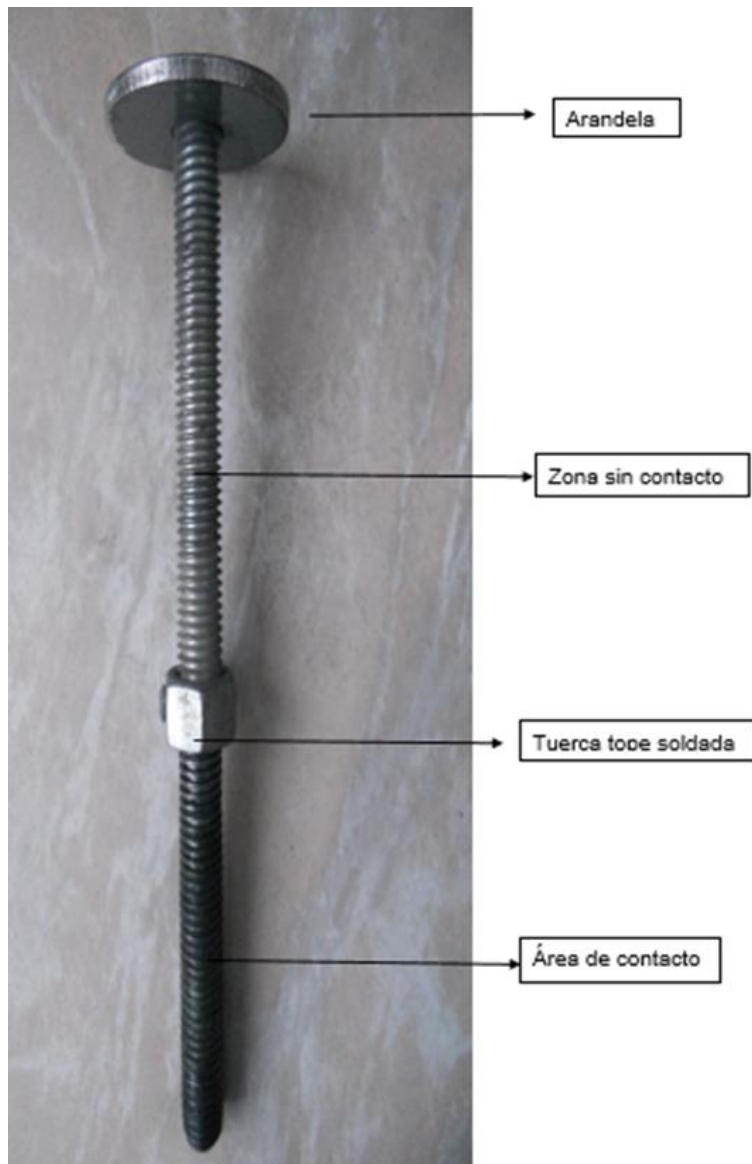
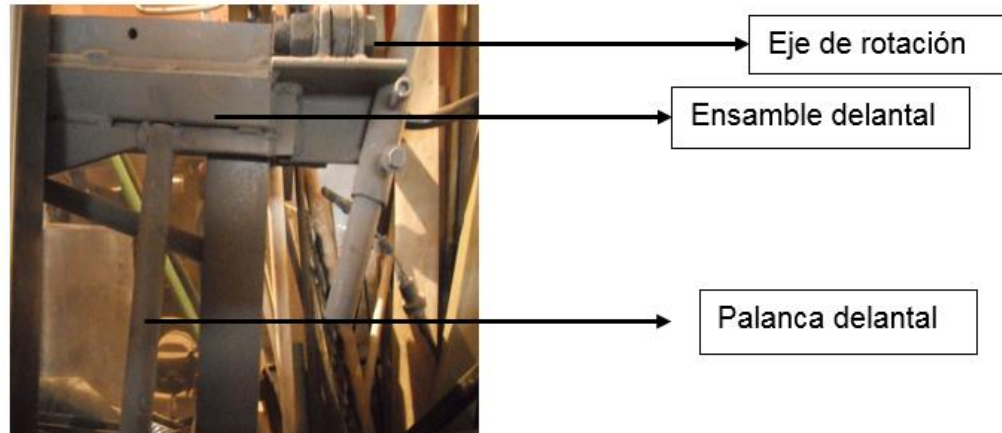


Imagen del tornillo principal

Palanca y ensamble delantal: Estos dos componentes de la máquina más la fuerza aplicada son los que generan el pliegue de las láminas. Dependiendo del calibre del material será mayor o menor la fuerza de doblado. Esta parte de la dobladora está fabricada en una platina reciclada de 43,30 pulgadas de longitud, 3 pulgadas de altura y $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor; en cada esquina están las palancas en las que se genera el agarre manual, estos dos componentes están fabricados en tubo de 1 de pulgada de diámetro, 5 pulgadas de longitud y un espesor de $\frac{3}{16}$ de pulgada.

Las palancas se unen al ensamble delantal por medio de soldaduras, la distancia de fijación viene dada más por la ergonomía que por el diseño. Es de vital importancia que el ensamble delantal esté perfectamente alineado con las muelas para que de esta manera se garantice un pliegue lo menos redondeado posible.



14.5.3 Análisis del tornillo principal

Datos:

$D = 5/8 \text{ in}$ $L_{\text{total}} = 8,26 \text{ in}$ $L_{\text{util}} = 3,1496 \text{ in}$ $t = 1/4 \text{ in}$ $W = 15/16$ $H = 25/64$



$$L_{\text{tornillo}} = (3,1496 + 0,25 + 0,25 + 0,390)in = 4,0396in$$

Elegimos el de 5in

$$l_t = 2 \left(\frac{5}{8} \right) in + \left(\frac{1}{4} \right) in = 1,5in$$

$$l_d = l - l_t$$

$$l_d = (5 - 1,5)in = 3,5in$$

$$A_d = \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{8} \right)^2 = 0,30in^2$$

$$A_t = 0,226in^2, \text{ área promedio}$$

$$E = 30 \times 10^6 PSI$$

La rigidez está dada por:

$$K_b = \frac{A_d * A_t * E}{A_d * l_t + A_t * l_d}$$

$$K_b = \frac{0,30in^2 * 0,226in^2 * 30 \times 10^6 PSI}{0,30in^2 * 1,5in + 0,226in^2 * 3,5in} = 1,64 \times 10^6 lb/in$$

$$K_m = \frac{34,01 \times 10^6 PSI}{\ln(1,625in)} = 7,005 \times 10^7 lb/in$$

Carga experimental del tornillo 12kg conversión 117,72N conversión 0,0264 kip

$$1/k_{Me} = \frac{1}{K_{m1}} + \frac{1}{K_{m2}}$$

$$1/k_{Me} = \frac{1}{7,005 \times 10^7} + \frac{1}{7,005 \times 10^7}$$

$$K_{me} = 3,50 \times 10^7 lb/in$$

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m}$$

$$C = \frac{1,64 \times 10^6 lb/in}{(1,64 \times 10^6 + 7,005 \times 10^7) lb/in} = 0,0228$$

$$Fp = Sp * At$$

$$Fp = 65Ksi * 0,226in^2 = 1$$

$$Fi = \frac{0,75Sp At}{Fp}$$

$$Fi = \frac{0,75(65Ksi) (0,226in^2)}{1} = 11,01 Kip$$

$$np = \frac{Sp * At}{(C x p + Fi)}$$

$$np = \frac{65Ksi * 0,226in^2}{(0,0228)(\frac{2,646Kip}{2}) + 11,01Kip} = 1,33$$

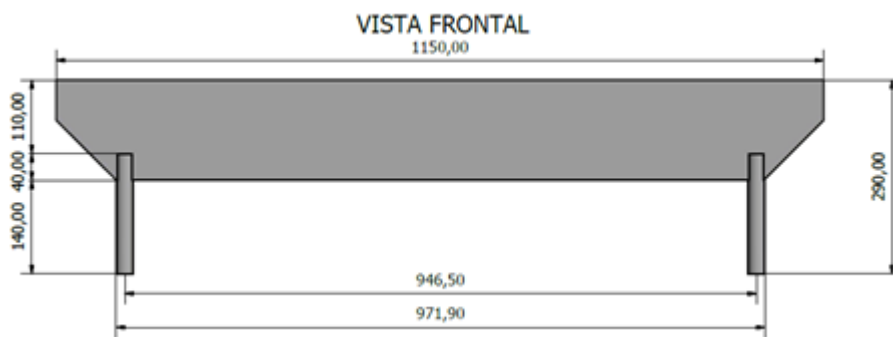
$$n = \frac{Fi}{n/p(1 - c)}$$

$$n = \frac{11,01kip}{2,646Kip/2(1 - 0,0228)} = 8,51$$

14.5.4 Cálculos del ensamble delantal

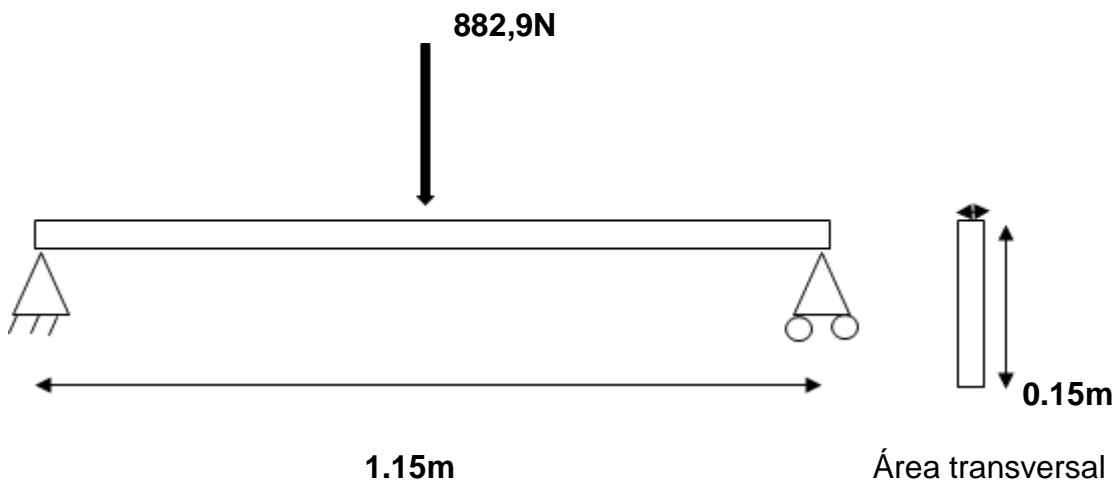
La carga para realizar el siguiente proceso se ha determinado con ayuda de un dinamómetro el cual nos indica que para una lámina calibre 22 con una longitud total útil de 1.15 metros es necesario aplicar una carga de 90Kg para realizar el pliegue.

Las siguientes figuras nos ilustran de una mejor manera el análisis estático para la pieza del ensamble delantal de la máquina dobladora tomada a 90° de giro en dobles como una viga simplemente apoyada.

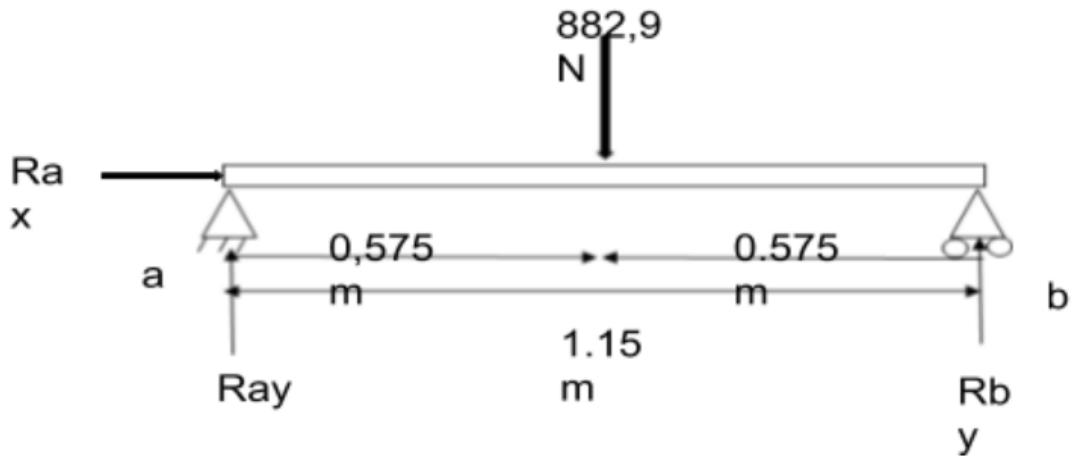


Análisis estático: $L = 1,15\text{m}$; $P = 90\text{kg}$; $s = 0,01\text{ m}$; $F = P \cdot g = 882,9\text{N}$

Dónde: L = longitud; P = peso; s = espesor; F = fuerza



DCL



$$\Sigma M_x = 0$$

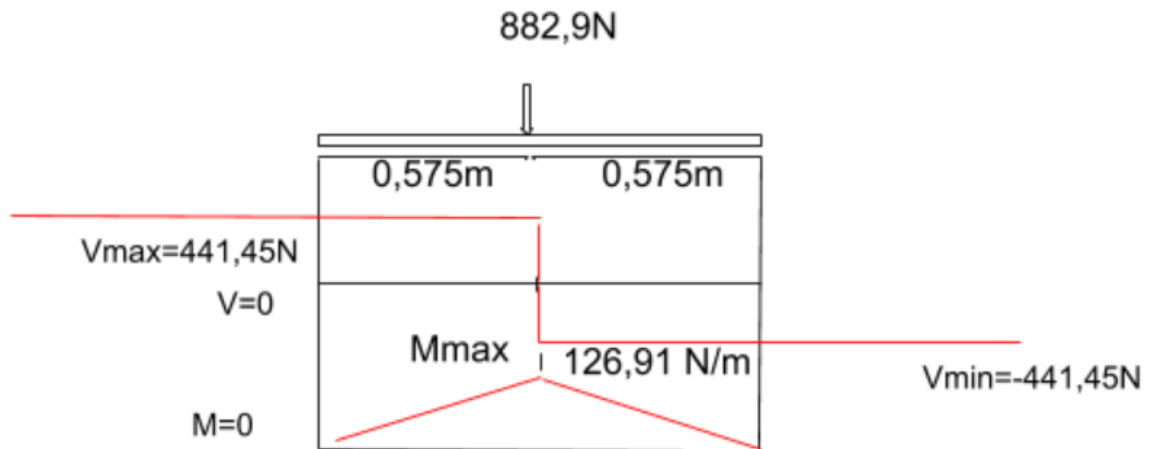
$$- 882.9N(0.575m) + R_{by}(1.15m) = 0$$

$$- 507.6675N/m + R_{by}(1.15m) = 0$$

$$R_{by} = \frac{507.6675N/m}{1.15m} = 441.45N \quad R_{by} = R_{ay} = 441.45N$$

Como la carga está perfectamente distribuida las reacciones son iguales.

Diagramas: fuerza cortante y momento flexionante.



Para hallar el momento máximo usamos una de las áreas que se forman en los triángulos. Diagrama V

$$M_{max} = b * h/2 \rightarrow \frac{0,575 * 441,45}{2} = 126,91 \text{ N/m}^2$$

Para hallar el esfuerzo máximo usamos la ecuación:

$$\sigma = \frac{Ma}{I}$$

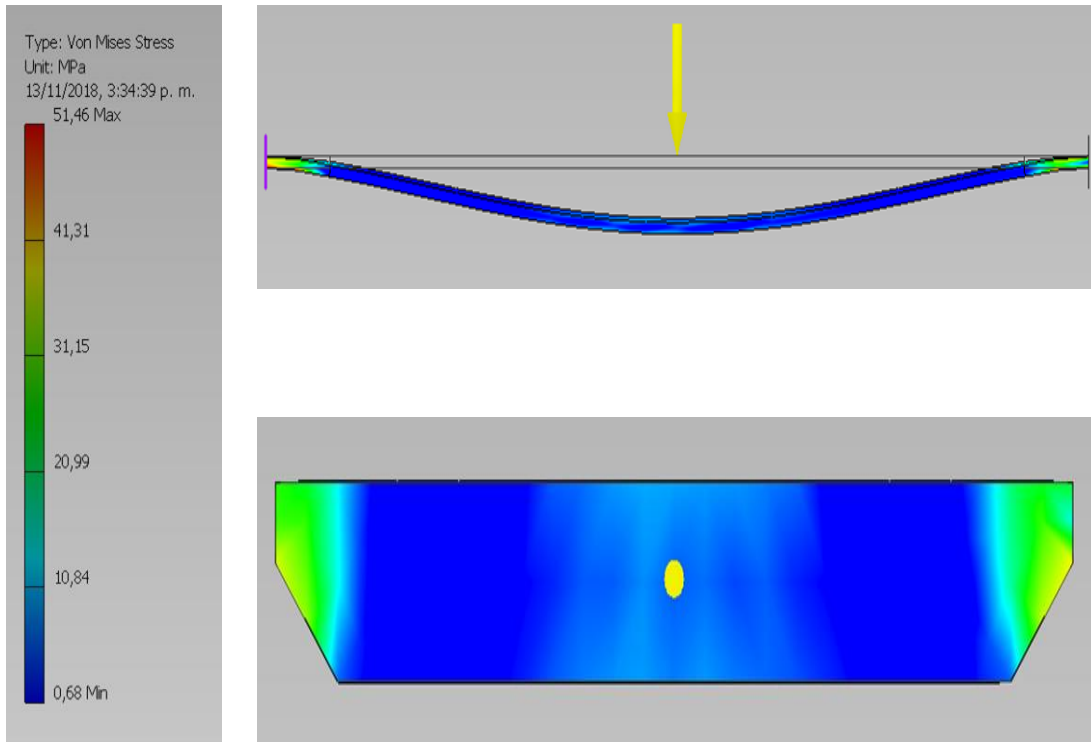
Dónde: Ma= Momento máximo y I= Área de la sección transversal

$$I = \frac{1}{12}(s)(l) \rightarrow \frac{1}{12}(0,01\text{m})(0,15\text{ m})$$

$$I = 2,81 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

Remplazando: $\sigma = \frac{126,71 \text{ N/m}^2}{2,81 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 45092526,69 \text{ Pa} \rightarrow 45,09 \text{ Mpa}$

Análisis por elementos finitos



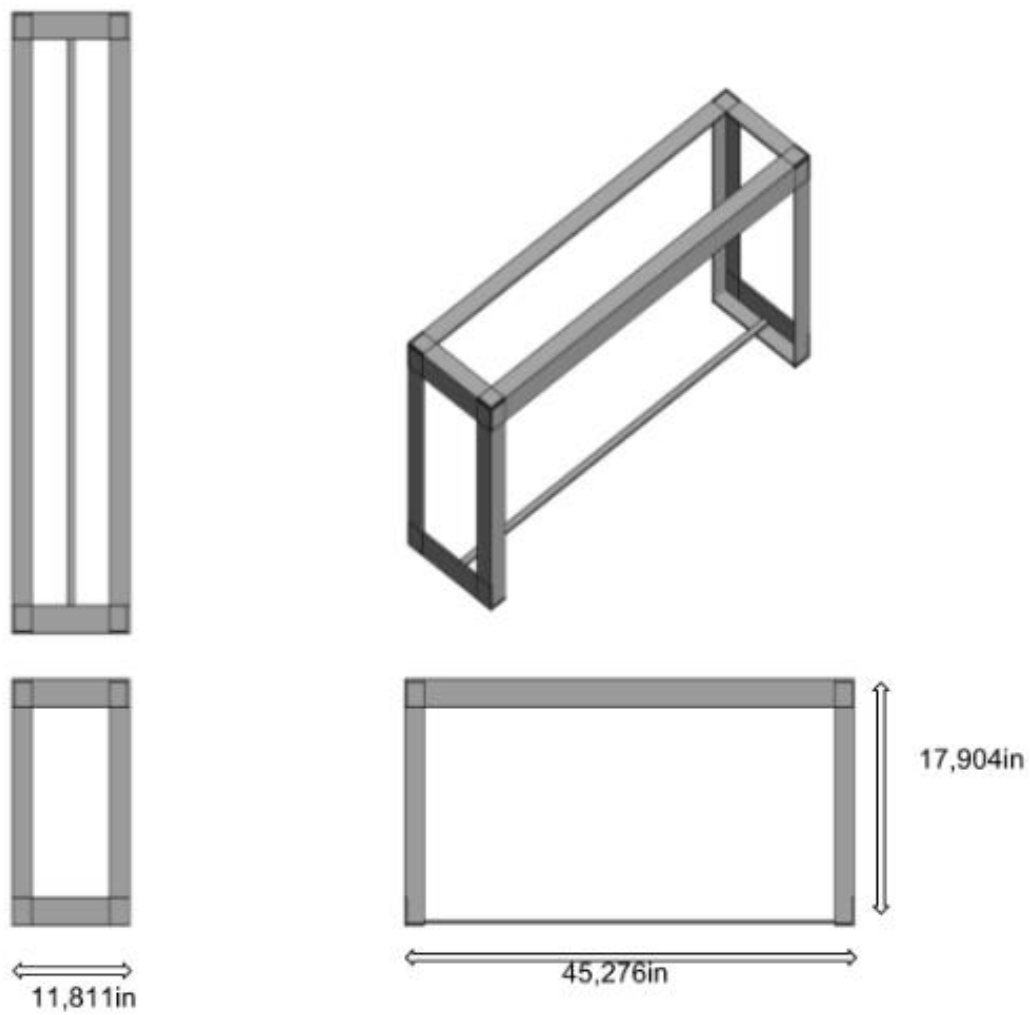
14.5.5 Análisis estructural para los soportes base

Para el siguiente análisis se ha determinado el peso total de la dobladora con los volúmenes de cada pieza que la compone.

Peso de la máquina

- Total, tornillos: 4 kg
- Total, ángulos: 48 kg
- Total, platinas: 7 kg
- Total, varillas: 9 kg
- Ensamble delantal: 14kg
- Total, tuberías: 2 kg
- Total, arandelas: 1kg
- Total, tuercas: 2 kg

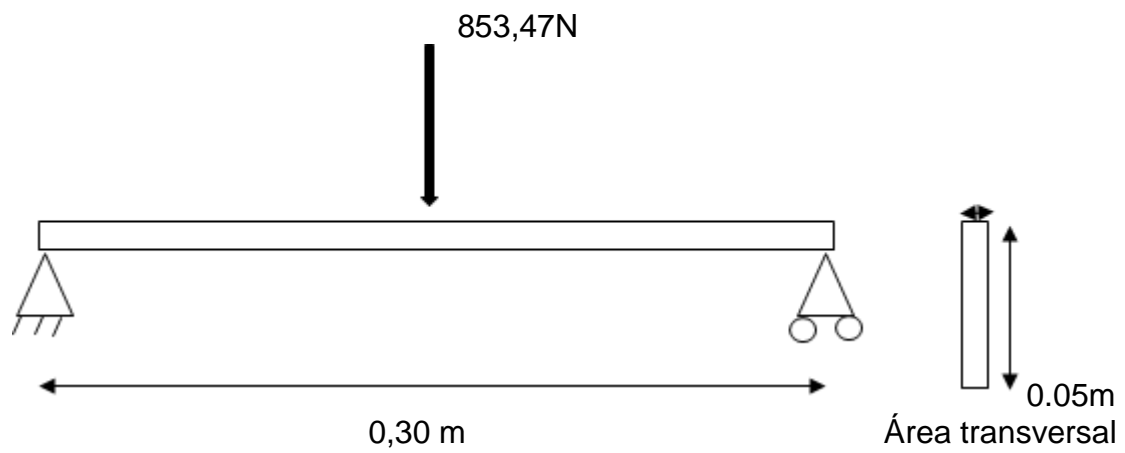
Peso total de la máquina: **87kg**



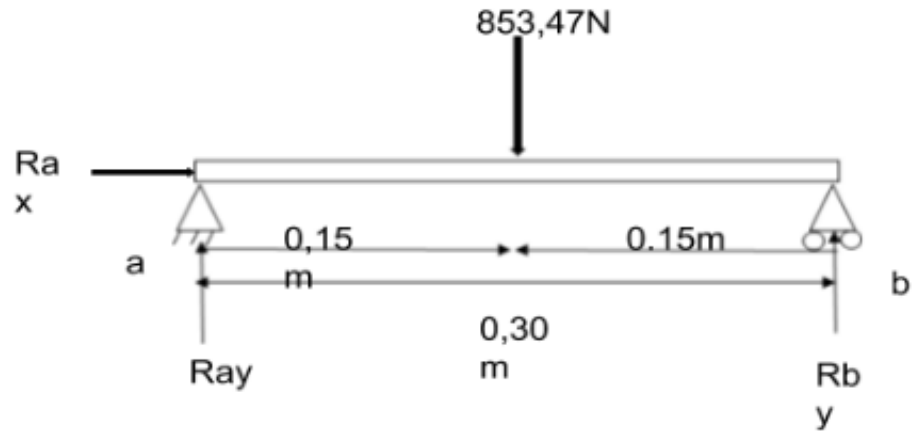
Realizando las conversiones apropiadas:

Análisis estático: $L = 0,30\text{m}$; $P = 87\text{kg}$; $s = 0,005\text{m}$; $F = P \cdot g = 853.47\text{N}$

Dónde: L = longitud; P = peso; s = espesor; F =fuerza



DCL



$$\Sigma M_x = 0$$

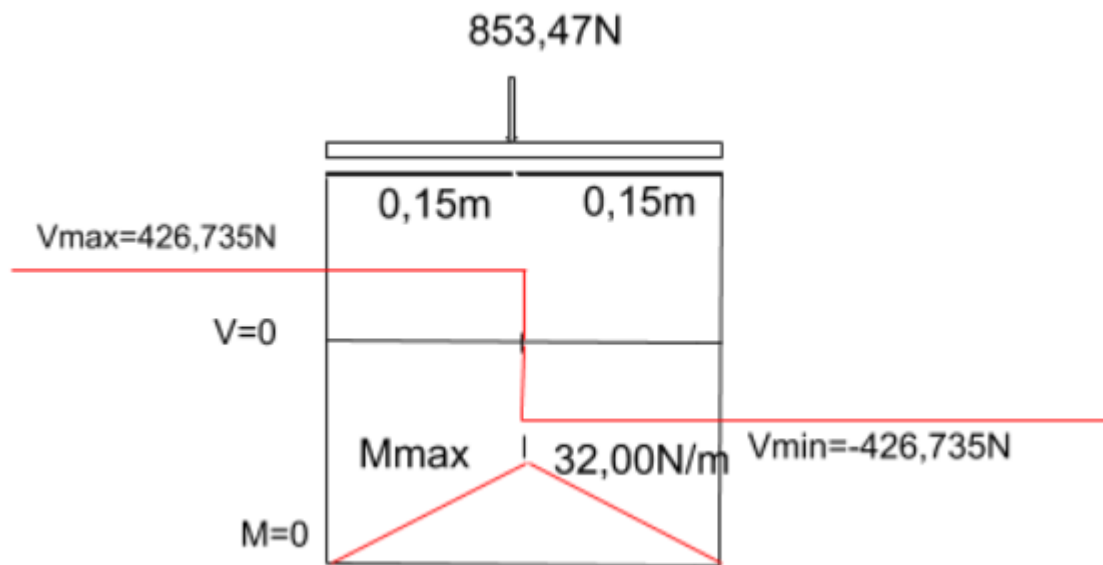
$$- 853,47\text{ N}(0,15\text{ m}) + R_{by}(0,30\text{ m}) = 0$$

$$- 128,0205\text{ N/m} + R_{by}(0,30\text{ m}) = 0$$

$$R_{by} = \frac{128,0205 \text{ N/m}}{0,30 \text{ m}} = 426,735 \text{ N} \quad R_{by} = R_{ay} = 426,735 \text{ N}$$

Como la carga está perfectamente distribuida las reacciones son iguales.

Diagramas: fuerza cortante y momento flexionante



Para hallar el momento máximo usamos una de las áreas que se forman en los triángulos. Diagrama V

$$M_{max} = b * h/2 \rightarrow \frac{0,15 * 426,735}{2} = 32,005125 \text{ N/m}$$

Para hallar el esfuerzo máximo usamos la ecuación:

$$\sigma = \frac{Ma}{I}$$

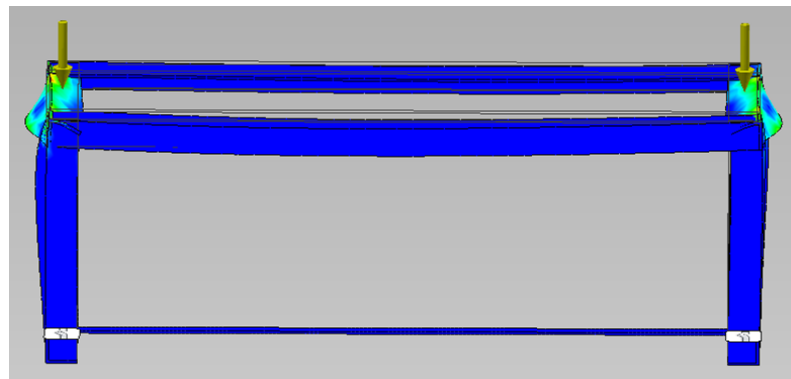
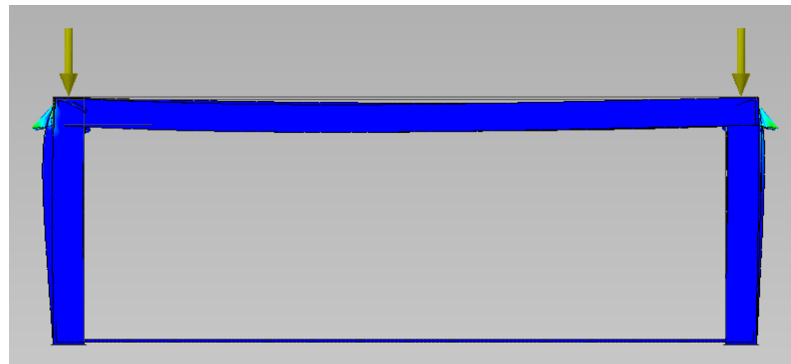
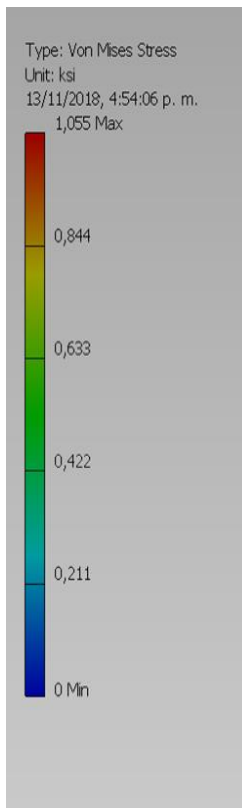
Dónde: M_a = Momento máximo y I = Área de la sección transversal

$$I = \frac{1}{12}(s)(l)^3 \rightarrow \frac{1}{12}(0,005m)(0,50\ m)^3 + (0,005)(0,50)^3$$

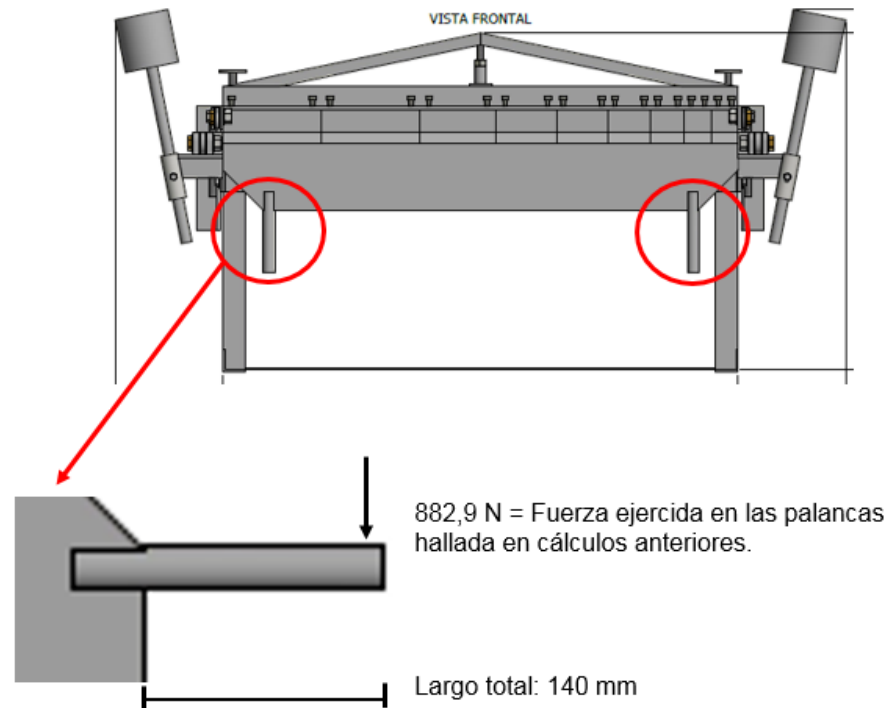
$$I = 6,302 \times 10^{-3} m^4$$

Remplazando: $\sigma = \frac{32,005125N/m}{6,302 \times 10^{-3} m^4} = 5,07 \times 10^{-3} Pa \rightarrow 5,07\ Kpa$

Análisis por elementos finitos



14.5.6 Análisis palancas de agarre



El material escogido para los agarres es tubo de acero estructural con diámetro interior de 25,4 mm y exterior de 27,2 mm.

Por la forma como se está ejerciendo la fuerza analizaremos el esfuerzo cortante para esta pieza:

$$\tau = \frac{VQ}{It}$$

Dónde:

V= Fuerza cortante

Q= sección transversal del elemento

I= momento de inercia

t= espesor del elemento

$$I = \frac{\pi}{4} (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{4} x [(0,0272 \text{ m})^4 - (0,0254 \text{ m})^4] = 1,0299 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$Q = \frac{4D}{3\pi} x \left(\frac{\pi x D^2}{2} \right) - \frac{4d}{3\pi} x \left(\frac{\pi d^2}{2} \right)$$

$$Q = \frac{4 \times 0.0272}{3\pi} x \left(\frac{\pi x (0.0272m)^2}{2} \right) - \frac{4 \times (0.0254m)}{3\pi} x \left(\frac{\pi x (0.0254m)^2}{2} \right)$$

$$= 2.491 \times 10^{-6} m^3$$

$$\tau = \frac{VQ}{It} = \frac{882.9 N \times 2.491 \times 10^{-6} m^3}{1.0299 \times 10^{-7} m^4 \times 3.6 \times 10^{-3} m} = 5.93 Mpa$$

Por la forma como se está ejerciendo la fuerza también analizaremos el esfuerzo axial para esta pieza ya que es mayor que el cortante:

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Dónde: $M = \text{Momento máximo}$; $c = \text{medida desde el centro de la pieza}$

$I = \text{momento de inercia}$

$$M = 882,9 N \times 0,14m = 123,60 Nm$$

$$c = 27,2 mm \Rightarrow 0,0272 m / 2 = 0,0136 m$$

$$I = 1,0299 \times 10^{-7} m^4$$

$$\sigma = \frac{123,60 Nm \times 0,0136 m}{1,0299 \times 10^{-7} m^4} = 16,32 Mpa$$

14.6 PRECIO DE CONSTRUCCIÓN

Durante el desarrollo de la idea de negocio se planteado la posibilidad de construir la máquina dobladora de lámina con un 60% de materiales reciclables para que de esta manera podamos aportar en el desarrollo sostenible de nuestro entorno. A continuación, identificamos los materiales que pueden ser reciclados.

La relación de precios es de acuerdo al precio por kilos promedio en las chatarrerías del barrio las ferias.

TABLA XVI
MATERIALES RECICLADOS [Fuente propia]

Cantidad	ÁNGULOS(in)	PLATINAS (in)	VARILLAS (in)	TUBERÍA (in)	total, kilos
1 x 3m	2 X 1/4	2 X 1/4	5/8 redonda	3/4 redonda	18 kg
1 x 3m	1 ½ x 3/16	1 ½ x 3/16			7 kg
1 x 3m			5/8 cuadrada		3 kg
1 x 3m				1 cuadrada	2 kg

Precio por kilo para esta clase de material reciclado: **\$2000**

Precio total para el material reciclado 1: **\$60000**

Otra parte de la máquina consta de dos placas metálicas de 3/4 de pulgada de espesor con una altura de 0,2 m y una longitud de 1,10m. También se encuentra disponible en empresas de reciclado a **\$ 2500** por kilo.

El precio total para estas dos placas de 15 kilos aproximadamente es: **\$75000**

Total, para el material reciclado: **\$135000**

EL 40% del material restante para la construcción de esta máquina se hará con materiales nuevos, entre ellos se encuentran la tornillería, las muelas y la placa de la base inferior.

El costo estimado para estos elementos es de **\$750000**

Transportes: **\$120000**

14.6.1 Precio de construcción

De acuerdo con los datos obtenidos anteriormente y teniendo en cuenta que contamos con la bodega para la construcción de la máquina para la Fundación Universitaria Los Libertadores, el precio de construcción para la dobladora de lámina incluido los costes de transporte son: **\$1140000.**

14.6.2 Precio de venta

Este precio hace referencia al costo de materiales y mano de obra como parte del estudio financiero y de mercado para quien interese: **\$ 3850000.**

15. CONCLUSIONES

1. Se pudo llegar a la solución y desarrollo del proyecto cumpliendo con todos los análisis y factores asociados para su elaboración, aportando la investigación y posteriormente la fabricación del prototipo que es un aporte para las futuras promociones.
2. Se realizaron los cálculos apropiados en las partes de la máquina con mayor concentración de esfuerzos, se comparan con el análisis por elementos finitos y se establece una similitud entre los dos casos, concluyendo que los esfuerzos en cada una de las partes analizadas se encuentran muy por debajo de los analizados experimentalmente y tabulados para este tipo de material.
3. Se seleccionó el material adecuado para la fabricación de la máquina dobladora de lámina y de esta manera con ayuda de un programa CAD se realizaron los planos de fabricación.
4. De acuerdo con los cálculos apropiados, la selección del material y un diseño práctico se logró construir la máquina dobladora de lámina con una longitud útil de 1,15 m para la Fundación Universitaria Los Libertadores.

16. REFERENCIAS

- [1] P. .. SINGER, Resistencia de materiales, New York: Alfaomega Grupo Editor, 2005.
- [2] I. e. 2.-4. I. i. 0121-4772, *cuaderno. con*, vol. 31, nº 58, pp. 257-286, 2012.
- [3] [En línea]. Available: <https://blog.elinsignia.com/2017/11/07/tipos-de-mercado-monopolio-y-oligopolio/>.
- [4] [En línea]. Available: <https://www.olx.com.co/> ;
<https://www.mercadolibre.com.co>.
- [5] P. E. Jhon L. Everhart, Engineering Properties of Nickel and Nickel Alloys, New York - London: Springer, 1971.

ADICIONALES DE CONSULTA

{libro- Ciencia de materiales; autor: Pat L. Mangonon}

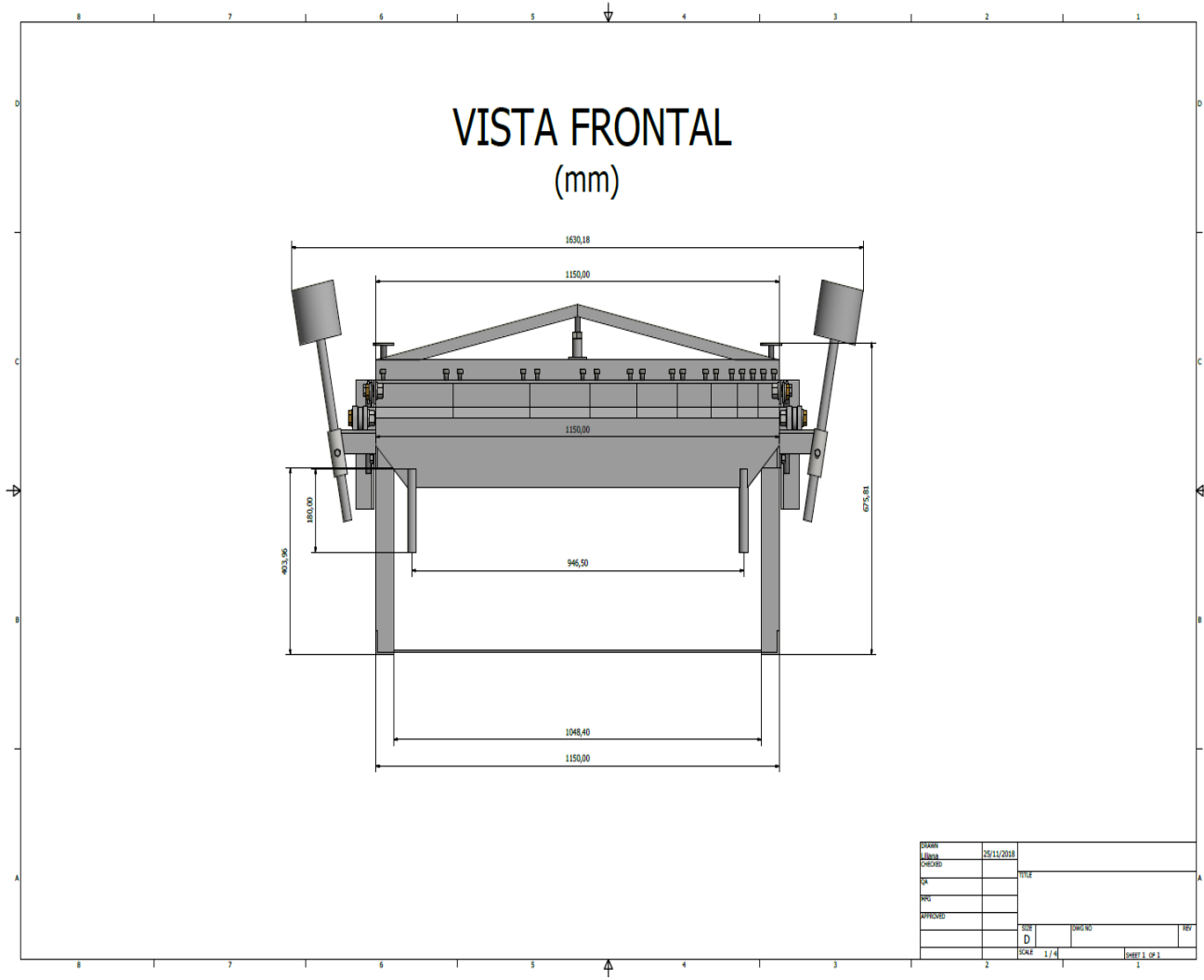
{libro- Ciencia de materiales; autor: Pat L. Mangonon}

{Mecánica de materiales; autor: ANTHONY BEDFORD}

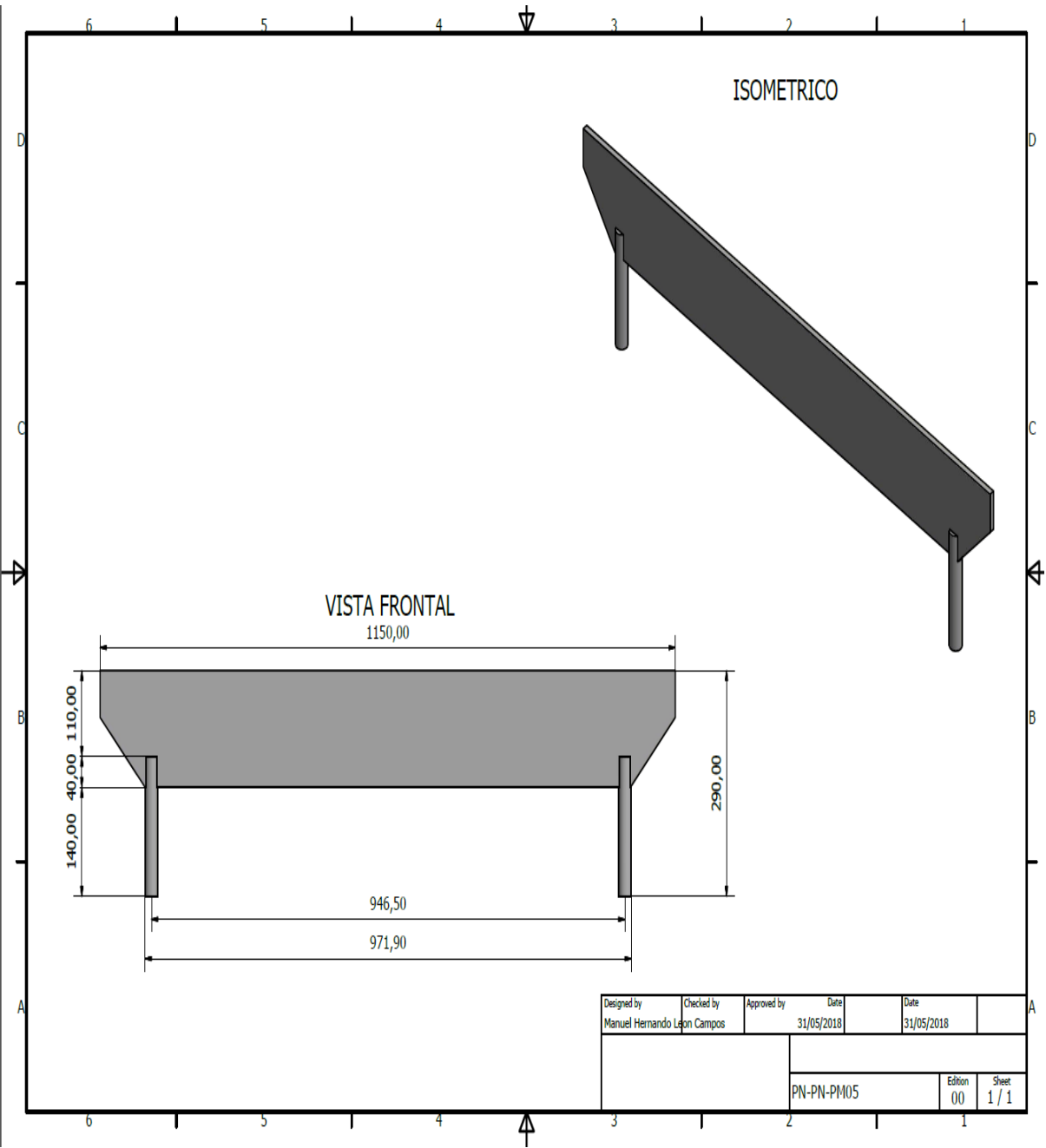
{Ciencia e ingeniería de materiales; autor: WILLIAM D CALLISTER}

{Fundamentos de manufactura moderna; autor: MIKELL P GROOVER}

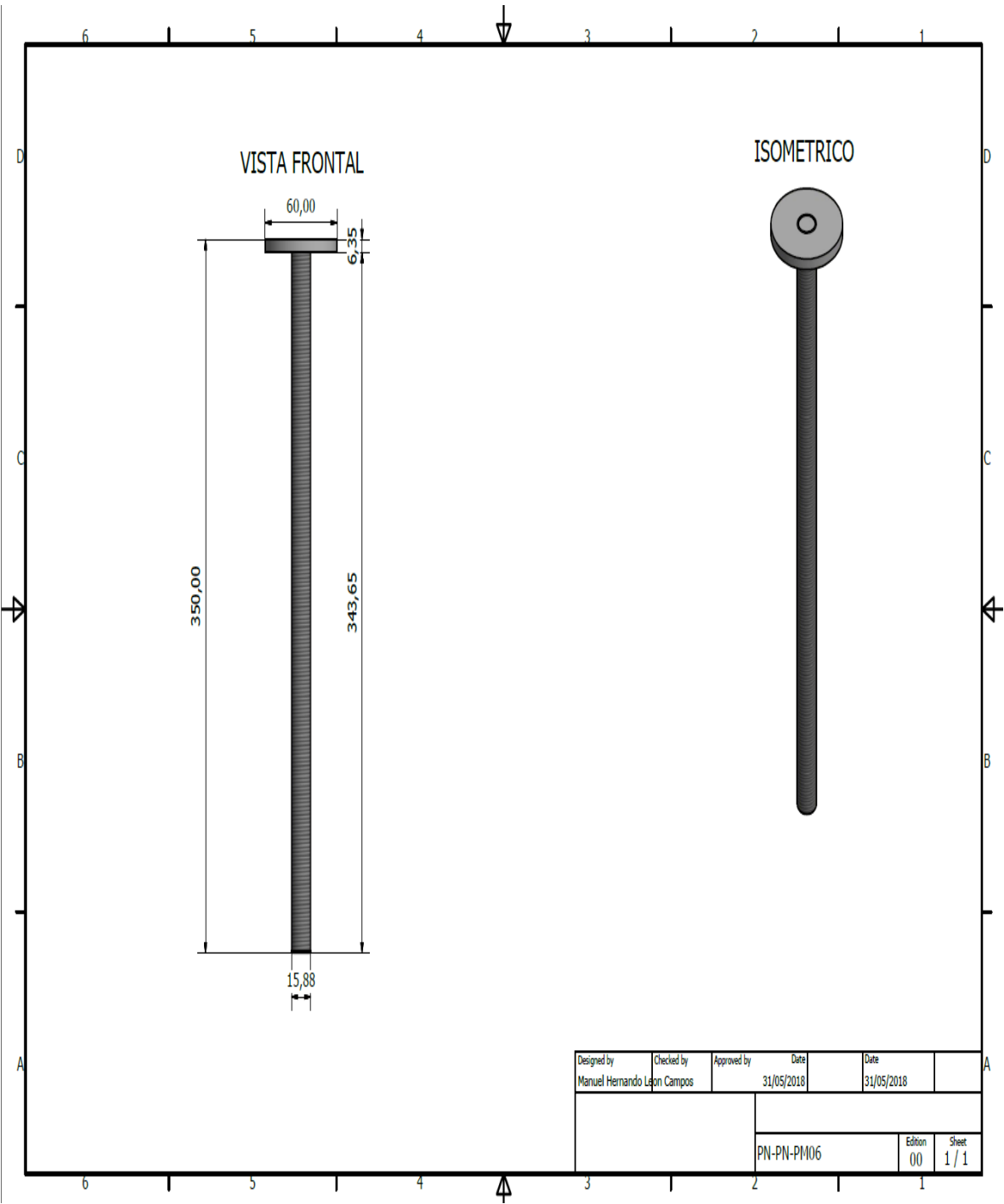
17. ANEXOS



Ensamble delantal



Tornillos principales



The technical drawing illustrates a rectangular frame assembly through three distinct views:

- Front Elevation (Top Left):** Shows a vertical rectangle with a total height of 60.28 units. A central vertical member has a width of 11.81 units.
- Side Elevation (Bottom Left):** Shows a horizontal rectangle with a total width of 60.28 units. The top edge has a thickness of 17.90 units, and the bottom edge has a thickness of 11.81 units.
- Perspective View (Center):** Provides a 3D representation of the frame, highlighting its depth and the arrangement of its components.

A title block is located in the bottom right corner, containing the following information:

DATE	12/11/2018	TITLE	
DRAWN			
CHECKED			
QA			
PMG			
APPROVED			
SHEET	D	PROJECT NO	PN-PN-PM01planos base1
SCALE	1 / 4		

NAME	13/11/2008		
ORDER		TITLE	
QA			
MPU			
ATTACHED			
		SIZE	DRWG NO
		D	PN-PN01plans base1
		SCALE	1 / 4
			SHEET 1 OF 1

Vistas

